

# **LES IMPACTS ÉCONOMIQUES DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LES ÉRABLIÈRES QUÉBÉCOISES : ANALYSE ET RÉFLEXION**

Par

Aurane Higounet

Sous la direction de Salmata Ouedraogo et Rémi Morin Chassé

---

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

Mémoire présenté en vue de l'obtention de la maîtrise en gestion des organisations à  
l'Université du Québec à Chicoutimi (3755)

Chicoutimi, Québec, août 2020



## **REMERCIEMENTS**

Mes premiers remerciements s'adressent à l'Université du Québec à Chicoutimi, ainsi qu'aux professeurs de la maîtrise en gestion des organisations, pour leurs dévouements et leurs engagements dans la réussite de leurs étudiants.

Je remercie Salmata Ouedraogo ainsi que Rémi Morin Chassé ; en codirection de ma recherche, pour avoir fait preuve de patience et de perfectionnisme. Ils m'ont ainsi offert des conseils avisés afin d'orienter la structure de la recherche et la construction de ce mémoire. Merci à leurs savoir-faire et savoir-être, ils construisent les humains de demain.

À ma famille incroyable et à mes ami(e)s, j'exprime une gratitude immense pour leurs encouragements et leur confiance sans failles.

Enfin, je remercie mon conjoint et partenaire Thibaud Blain, à mes côtés chaque jour. Son écoute et ses conseils m'ont été précieux. Son soutien dans cette aventure qu'est la recherche fut essentiel.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I – CONTEXTUALISATION ET INDUSTRIE ACÉRICOLE .....</b>	<b>5</b>
1.1 <i>MISE EN CONTEXTE .....</i>	6
1.1.1 <b>Situation mondiale .....</b>	6
1.1.2 <b>Situation au Québec .....</b>	7
1.2 <i>PRÉSENTATION DE L'INDUSTRIE .....</i>	9
1.3 <i>PRODUCTION ET TRANSFORMATION .....</i>	15
1.3.1 <b>La récolte .....</b>	15
1.3.2 <b>La transformation .....</b>	16
<b>CHAPITRE II – PRODUCTION ET RENDEMENT .....</b>	<b>18</b>
2.1 <i>COÛT DE PRODUCTION ET INFRASTRUCTURE .....</i>	19
2.2 <i>LES CINQ MAILLES DU RENDEMENT D'UNE ÉRABLIÈRE .....</i>	27
2.2.1 <b>Les arbres et le sol .....</b>	27
2.2.2 <b>L'entaillage .....</b>	28
2.2.3 <b>Les équipements .....</b>	28
2.2.4 <b>La gestion des fuites .....</b>	30
2.2.5 <b>Dame nature .....</b>	31
2.3 <i>LES RENDEMENTS : ASPECTS QUANTITATIFS ET QUALITATIFS .....</i>	32
2.3.1 <b>Variation du nombre d'entailles .....</b>	32
2.3.2 <b>Variation de rendement par entaille .....</b>	33
2.3.3 <b>Variation des saisons et de la qualité du sirop .....</b>	36
<b>CHAPITRE III – ATTENTES DES PRODUCTEURS ET SOLUTIONS D'ADAPTATIONS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....</b>	<b>41</b>
3.1 <i>LES ACÉRICULTEURS ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....</i>	42
3.2 <i>SOLUTIONS D'ADAPTATION .....</i>	48
3.2.1 <b>Un érable plus vert .....</b>	48
3.2.2 <b>De nouvelles pratiques .....</b>	49
3.2.3 <b>De nouvelles technologies .....</b>	57
3.3 <i>ANALYSE RÉFLEXIVE SUITE AUX CONCLUSIONS OBTENUES .....</i>	63
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>69</b>
<b>SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>71</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE <sup>1</sup> PAR PROVINCE (EN MILLIERS DE GALLONS) .....	10
TABEAU 2 : VALEUR BRUTE <sup>1</sup> DES PRODUITS DE L'ÉRABLE PAR PROVINCE (EN MILLIERS DE DOLLARS CANADIENS) .....	10
TABEAU 3 : NOMBRE D'ÉRABLIÈRES <sup>1</sup> PAR PROVINCE .....	11
TABEAU 4 : LES DIX PRINCIPALES DESTINATIONS D'EXPORTATION DES PRODUITS DE L'ÉRABLE — VALEUR (EN MILLIERS DE DOLLARS CANADIENS).....	12
TABEAU 5 : ÉVOLUTION DU TAUX DE BÉNÉFICE NET EN ACÉRICULTURE DE 2007-2010 À 2011-2014 (%).....	13
TABEAU 6 : COÛT DE PRODUCTION MOYEN DÉTAILLÉ D'UNE ENTREPRISE DE TAILLE MOYENNE (5000 À 19000 ENTAILLES) POUR LA SAISON 2003 .....	21
TABEAU 7 : RÉPARTITION DES TYPES D'ÉVAPORATEURS EN FONCTION DES ENTAILLES ET DES ENTREPRISES DU QUÉBEC .....	24
TABEAU 8 : COMPARATIF DES COÛTS D'ACQUISITION ET DE FONCTIONNEMENT DES DIFFÉRENTS ÉVAPORATEURS POUR LES ÉRABLIÈRES PRODUISANT ENVIRON 170 BARILS PAR ANNÉE (20 000 ENTAILLES) .....	25
TABEAU 9 : ÉVALUATION DE L'ÉCART DES COÛTS ENGENDRÉS PAR UN ÉVAPORATEUR À MAZOUT VERSUS UN ÉVAPORATEUR ÉLECTRIQUE.....	26
TABEAU 10 : DÉLAIS DE REMPLACEMENTS DES ÉQUIPEMENTS FIXÉS EN FONCTION DE LA TAILLE DE L'ENTREPRISE.....	29
TABEAU 11 : GROUPES D'ÉQUIPEMENTS CONCERNÉS PAR LES ÉCHÉANCES .....	29
TABEAU 12 : PERTE EN MILLIONS DE DOLLARS CANADIENS POUR L'INDUSTRIE SANS ADAPTATION DES ÉRABLES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	32
TABEAU 13 : NOMBRE D'ENTREPRISES, D'ENTAILLES, PRODUCTION ET RENDEMENT AU QUÉBEC, 1985-2016.....	35
TABEAU 14 : RÉPONSES DES ACÉRICULTEURS CANADIENS (A) ET AMÉRICAINS (B) SUR LA HAUSSE DE FRÉQUENCE DES ALÉAS CLIMATIQUES PRÉSENTÉS DANS LES 30 PROCHAINES ANNÉES. ....	43
TABEAU 15 : RÉPONSES DES ACÉRICULTEURS CANADIENS (A) ET AMÉRICAINS (B) SUR LES CONTRAINTES QUI LIMITENT LA MISE EN PLACE DE SOLUTION D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....	47
TABEAU 16 : RÉPONSES DES ACÉRICULTEURS CANADIENS (A) ET AMÉRICAINS (B) SUR LEUR CAPACITÉ D'ADAPTATION À DES IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES FUTURS .....	47
TABEAU 17 : RECAPITULATIFS DES CONTRAINTES LIEES À LA CERTIFICATION BIOLOGIQUE .....	56
TABEAU 18 : COMPARATIF DES REJETS ANNUELS EN CO <sup>2</sup> DES ÉVAPORATEURS À L'HUILE, AU MAZOUT ET À BOIS OU GRANULE EN FONCTION DES DONNÉES RECUEILLIES DE L'ÉTUDE DU MAPAQ .....	59

## LISTE DES FIGURES ET GRAPHIQUES

FIGURE 1 : GUIDE DU NOMBRE D'ENTAILLES EN FONCTION DU DIAMÈTRE EN CENTIMÈTRE DU TRONC DE L'ÉRABLE À SUCRE .....	16
FIGURE 2 : ILLUSTRATION SIMPLIFIÉE DU PHÉNOMÈNE D'OSMOSE .....	61
GRAPHIQUE 1 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION MONDIALE DE SIROP D'ÉRABLE (EN MILLIONS DE LIVRES) .....	14
GRAPHIQUE 2 : PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE (EN MILLIONS DE LIVRES) EN FONCTION DU NOMBRE D'ENTAILLES (EN MILLIONS) DE 2000 À 2016 .....	33
GRAPHIQUE 3 : PROJECTION DE LA BAISSÉ DE LA PRODUCTION DE SIROP SAUF DANS LE NORD.....	37
GRAPHIQUE 4 : PROJECTION DE LA TENEUR EN SUCRE DU SIROP EN BAISSÉ.....	38
GRAPHIQUE 5 : RÉPONSES DES ACÉRICULTEURS CANADIENS (A) ET AMÉRICAINS (B) SUR LA VARIATION DE RENDEMENT À L'ENTAILLE SUR LES DERNIÈRES DÉCENNIES (PANNEAUX DU HAUT), ET LES PROCHAINES 30 ANNÉES (PANNEAUX DU BAS). .....	44
GRAPHIQUE 6 : RÉPONSES DES ACÉRICULTEURS CANADIENS (A) ET AMÉRICAINS (B) SUR L'AVANCÉE DES RECHERCHES ET DE LEUR UTILITÉ À L'ADAPTATION DES CULTURES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES. ....	46
GRAPHIQUE 7 : PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE DE L'ANNÉE 2000 EN LIVRES PAR SEMAINE .....	52
GRAPHIQUE 8 : PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE DE L'ANNÉE 2008 EN LIVRES PAR SEMAINE .....	53
GRAPHIQUE 9 : PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE DE L'ANNÉE 2010 EN LIVRES PAR SEMAINE .....	54

## LISTE DES ACRONYMES ET APPELATIONS

<b>AAC</b>	Agriculture et Agroalimentaire Canada
<b>ACER</b>	Centre de Recherche, de Développement et de Transfert Technologique Acéricole Inc.
<b>AFP</b>	Agence France Presse
<b>APBB</b>	Association des Propriétaires de Boisés de la Beauce
<b>CRA</b>	Centre de Recherche Acéricole
<b>CRPF</b>	Centre de Ressources pour Propriétaires Fonciers
<b>FPAQ</b>	Fédération des Producteurs Acéricoles du Québec
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
<b>IPBES</b>	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
<b>LMMPAAP</b>	Loi sur la mise en marché des produits agricoles, alimentaires et de la pêche
<b>MAPAQ</b>	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
<b>ME</b>	Ministère de l'Éducation
<b>MRN</b>	Ministère des Ressources Naturelles du Québec
<b>MRNFP</b>	Ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et Parcs
<b>MRNO</b>	Ministère des Ressources Naturelles de l'Ontario
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>OURANOS</b>	Consortium en climatologie régionale
<b>RQGE</b>	Réseau Québécois des Groupes Écologistes
<b>UPA</b>	Association des producteurs agricoles

## LEXIQUE SPÉCIFIQUE

<b>Acéricole</b>	Branche agraire de la culture de l'érable à sucre
<b>Acériculture</b>	Culture de l'érable à sucre, transformation de ses produits et commercialisation
<b>Acériculteur</b>	Agriculteur spécialisé en acériculture
<b>Chalumeau</b>	Outil en forme de petit tuyau, souvent en aluminium, composé d'une extrémité conique arrondie, planté dans un érable et utilisé comme robinet afin de récolter les eaux sucrées
<b>Chaudière</b>	Récipient sous forme de seau, souvent en aluminium, accroché au chalumeau des érables afin de récolter les eaux sucrées
<b>Tubulure</b>	Circuit établi par des tubes de plastiques reliant les chalumeaux fixés sur les érables à la cabane de l'érablière
<b>Chaulage</b>	Fertilisation de la terre des érablières
<b>Corde de bois</b>	Unité de mesure, une corde de bois correspond à 3,62 stères



## INTRODUCTION

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement Humain (CNUEH) de Stockholm en 1972 marque un tournant dans la considération de l'avenir de la planète. Ce premier Sommet de la Terre introduit pour la première fois un lien entre les gaz à effet de serre et le terme nouveau de « réchauffement climatique » dans les discours politico-climatiques et scientifiques (Nations Unies, 1972). Cette rencontre donne naissance à la première institution environnementale mondiale, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, qui a pour mission de lier environnement et développement (Lucier-Boisvert, 2005).

Dès lors, l'humanité tente d'intégrer la notion de développement durable dans ses activités terrestres en multipliant institutions et réglementations, comme le réseau québécois des groupes écologistes (RQGE) par exemple. Pourtant, le bilan planétaire d'aujourd'hui n'est pas celui que les dirigeants internationaux préparaient dans les années 1970. Les derniers rapports de 2014 et 2018 du Groupement International d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC) mettent en évidence que l'homme rencontre des difficultés avérées à positionner l'environnement comme une de ses préoccupations principales.

Le réchauffement climatique est une problématique alarmante pour le siècle en cours (Ouranos, 2015). Le changement de rythme de la photosynthèse, la hausse du niveau des océans ou encore la pollution de l'air bouleversent la faune et la flore et par conséquent, toutes les productions agricoles dont l'acériculture. Cette dernière est la culture et des arbres à sucre tel que les érables à sucre au Québec. Cette pratique est répandue depuis plusieurs centaines dans le nord de l'Amérique, elle permet la fabrication de produits finis tels que le sirop d'érable, ou la tire d'érable, la majeure partie du temps à des fins commerciales.

Le Québec, leader invaincu jusqu'alors du marché des produits de l'érable (gouvernement du Canada, 2017) rencontre des difficultés nouvelles, liées à ces changements climatiques. À titre d'exemple, la variation de rendement en volume de la forte saison 2017 face à la faible saison 2018 peut ostensiblement illustrer que les récoltes des eaux à sucre sont fragiles et instables. On constate entre ces deux années un écart de plus de 34 millions de livres de sirop produit. Les irrégularités

des conditions météorologiques en sont la cause (Fédération des Producteurs Acéricoles du Québec, 2018).

Les résultats de multiples recherches montrent que le réchauffement climatique bouleverse les cultures. Les températures douces à l'automne et la baisse du temps d'enneigement l'hiver mettent par exemple en péril les cultures de plantes fourragères, essentielles pour l'élevage (Debailleul *et al.* 2013). En 2013, Jacques Brodeur et d'autres chercheurs proposent une étude appuyée par le consortium Ouranos, soulevant la problématique de la résistance des insectes aux saisons, et donc à l'impact nocif qu'ils peuvent avoir sur les cultures.

Le réchauffement climatique entraîne des dérèglements écologiques et des bouleversements pour les faunes et les flores. C'est face à ce contexte mondial que se dresse la question de notre recherche. Dès lors, notre problématique s'énonce tel que : « Comment le réchauffement climatique impacte l'économie de l'acériculture au Québec ? ». L'effet du réchauffement climatique doit être mesuré et évalué sur ces cultures acéricoles pour anticiper des solutions face aux potentiels risques encourus. Notre question de recherche s'oriente précisément sur les répercussions économiques de ces risques et de leurs solutions envisagées. Ces dernières années, les statistiques et les recherches montrent que les arbres à sucre exploités sont impactés par les changements climatiques. Nous en étudions la mesure. Dans ce mémoire, nous observons l'étendue des impacts d'un point de vue économique. La question de recherche souligne l'intérêt de déterminer comment l'industrie acéricole vit aujourd'hui avec ces changements climatiques. Il faut considérer les évolutions de rendements déjà visibles, et celles que l'on peut prévoir. De plus, les solutions actuelles et à venir, leur coût financier, et l'impact de ces coûts sur les exploitations et les acériculteurs dans le monde agricole en général sont à étudier.

Nous constatons une évolution positive des érablières commerciales, en volume comme en valeur, et particulièrement cette dernière décennie (gouvernement du Canada, 2017). Cette croissance n'est pas sans embûches, il est nécessaire d'ajouter des nuances à la perception de ces chiffres croissants, qui ne le sont peut-être pas tant. Pour répondre à cette question de recherche, le mémoire abordera des objectifs et sous-objectifs, afin de structurer la recherche et apporter de la cohérence à notre propos. Rappelons que l'objectif principal de cette recherche est de présenter un détail exhaustif des conséquences économiques du changement climatique sur l'industrie de

l'érable tant en termes d'impact sur l'activité des érablières que de leurs solutions d'adaptations. Afin de parvenir à ce résultat, plusieurs objectifs et sous-objectifs sont abordés dans ce mémoire.

Dans un premier temps, une présentation de la situation climatique actuelle pour mettre en place le contexte dans lequel évolue le monde acéricole québécois est nécessaire. La situation mondiale du climat d'une part, puis la situation au Québec d'autre part et les répercussions attendues pour aujourd'hui et pour demain sont les sous-objectifs exposés de cette partie. Cette mise en contexte facilite la compréhension de l'impact biologique du climat sur l'acériculture dans les objectifs suivants.

Dans un second temps, la présentation de l'industrie acéricole hisse un état des lieux du secteur et des problématiques qu'il rencontre face aux bouleversements présentés dans le premier objectif. L'évaluation des évolutions de rendements en valeur et volume durant les 10 dernières années et les causes de ces variations viennent compléter un état des lieux du secteur et juxtaposer les problématiques de l'évolution du climat sur celui-ci. Puis, un comparatif de ces données permet l'évaluation de l'impact économique sur les cultures, ainsi que les prévisions annoncées par les organismes de recherche tels qu'Ouranos.

Après l'atteinte de ces objectifs, présenter une étude des mesures d'adaptation dans leur diversité et aussi dans leurs résultats potentiels pour le secteur à différents termes conclut notre recherche. Une analyse réflexive critique des évolutions possibles suite aux adaptations ou non du secteur est exposée.

En cohérence avec les objectifs du mémoire, le premier chapitre du mémoire propose un aperçu de la situation climatique mondiale et québécoise. L'intérêt est de saisir comment l'environnement évolue et les bouleversements déclenchés par ces changements sur la culture de l'érable. Cette contextualisation permet l'introduction d'une brève veille de l'industrie de l'érable québécoise. Ce chapitre permet la mise en place de conclusions propres aux réchauffements climatiques, lesquelles seront utilisées afin de déterminer les impacts du réchauffement planétaire sur les exploitations acéricoles.

Le second chapitre présente une analyse des rendements annuels de l'industrie. C'est par l'évaluation du processus de production, des méthodes de récolte et d'exploitation que nous définirons comment l'industrie évolue et se retrouve confrontée au changement climatique.

Enfin, le dernier chapitre présente la situation de conscience des producteurs acéricoles sur l'évolution de la situation climatique. Puis, des solutions d'adaptations possibles ou envisageables sont exposées pour le secteur à courts, moyens ou longs termes en accord avec les ressources de chacun ainsi que de leur problématique majeure. La finalité est d'établir une vision économique de l'industrie de l'érable et des conséquences financières que le réchauffement climatique impose à celle-ci.

La méthodologie de recherche utilisée dans ce mémoire est construite autour de la revue systématique combinée à une revue critique de la littérature. « Une revue systématique est la synthèse rigoureuse et reproductible des résultats de toutes les études originales existantes répondant à une même question de recherche » Masson, 2015.

La revue systématique dans ce mémoire est combinée à une revue critique de la littérature. La critique de la revue de la littérature permet de soulever des problématiques liées à la question de recherche et d'apporter un point de vue critique de la synthèse littéraire effectuée. On met de ce fait en avant les lacunes de littérature existante. En combinant une revue systématique et critique, nous parvenons à détenir des informations fiables, des combinaisons permettant des hypothèses probables, ainsi qu'une analyse critique des sources pour d'orienter le débat vers des alternatives envisageables à la conclusion de la problématique. L'actualité de notre question de recherche rend l'accès aux sources d'informations limitées ou incertaines. L'importance de la qualité de l'information et de la fiabilité de la source sont de ce fait primordiales.

Cette méthodologie présente cependant des limites, comme l'arbitrage des critiques proposées. Ces dernières peuvent être biaisées ou influencées par l'opinion personnelle, ou mal alimentée en raison du trop-plein d'informations accessibles. Dans ce mémoire, la principale contrainte à cette problématique est l'influence du point de vue personnel sur la critique apportée aux conclusions de la recherche. Il est nécessaire de présenter un point de vue neutre et objectif sur les problématiques issues des constats établis. Cette revue est établie sur des données secondaires, soit des études précédemment réalisées. Ces données sont recueillies sur des bases de données universitaires et scientifiques telles que Business Source Complete, Erudit ou encore Elsevier. Ces bases de données internationales et québécoises facilitent la vérification de la source, ainsi que la validation de la qualité de l'information.

## **CHAPITRE I — CONTEXTUALISATION ET INDUSTRIE ACÉRICOLE**

Le changement climatique est défini comme la « variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus » GIEC, 2013. L'objectif de la section de ce chapitre est la présentation de la situation climatique. Une analyse de la situation mondiale sera présentée en premier lieu, et en second lieu la situation du Québec.

## **1.1 MISE EN CONTEXTE**

### **1.1.1 Situation mondiale**

Le réchauffement climatique est la conséquence de l'exploitation de la planète par l'humanité, et entre autres, de la combustion des matières fossiles. Celles-ci dégagent du dioxyde de carbone, provoquant un effet de serre et une hausse des températures (gouvernement du Canada, 2019). Les conséquences de ce réchauffement sont nombreuses : la hausse du niveau des mers, l'extinction de certaines espèces de la faune et de la flore, les catastrophes naturelles de plus en plus présentes et violentes (Calderón Hinojosa, F. *et al.*, 2018).

Les combustions de matières fossiles débutées dès la révolution industrielle du XIX<sup>e</sup> siècle sont à l'origine de l'accroissement de la quantité de carbone dans l'air. Depuis, l'activité humaine sous toutes ses formes, continue d'alimenter ce phénomène. L'air et les océans sont en capacité d'ingérer une certaine dose de carbone afin de réguler l'atmosphère et maintenir l'équilibre des écosystèmes. Cependant, nous arrivons au seuil critique où les rejets sont trop importants. L'équilibre ne se fait plus. La concentration du carbone dans l'atmosphère génère un effet de serre considérable, favorisant la concentration de la chaleur apportée par les rayons du soleil sur la surface terrestre. Puisque l'équilibre est perturbé, la chaleur concentrée est de plus en plus intense (Réseau Action Climat France, 2018). La hausse de la chaleur générale de la planète impacte directement les êtres vivants qui l'occupent, végétaux comme animaux.

Le sol de la Terre absorbe les rejets de CO<sup>2</sup>. Il contient environ 4 fois plus de carbone que l'air, à la fois organique dû aux réjections naturelles des micro-organismes qui l'habitent ; ainsi que les réjections industrielles (Derrien *et al.* 2016). Tout comme l'air, le sol arrive à un stade de saturation, les rejets sont trop importants. Le carbone envahit les sols, et les surplus restent dans

l'air. Les sols alimentent la faune ainsi que la flore de la terre, leurs contaminations deviennent visibles et nocives par l'intermédiaire, par exemple, de l'extinction de certaines espèces, ou de maladies des végétaux (IPBES, 2018). Pour le président de l'IPBES, Robert Watson (2018), « La dégradation des sols n'est pas un problème isolé : elle affecte de multiples régions et de nombreux habitants du monde. Elle altère la production de nourriture, la qualité de l'eau [...] et lorsque la terre se dégrade, souvent les gens migrent ».

Toute hausse conséquente des températures entraîne des évaporations d'eau. Le réchauffement climatique assèche les rivières, lacs, etc. Les nappes phréatiques qui alimentent les circuits d'eaux potables du monde sont de moins en moins irriguées, les sécheresses sont de plus en plus fréquentes. Les dégâts sur la faune et la flore sont notables, ainsi que sur la qualité de vie humaine (Polle, 2011). La contamination des eaux met en péril les cultures, la santé des êtres vivants sous toutes leurs formes ; cette ressource vitale est négligée.

### **1.1.2 Situation au Québec**

L'Amérique du Nord ne fait pas exception à la situation mondiale. Le climat canadien et plus précisément, le climat québécois, constate-lui aussi les changements. En 2015, l'organisme à but non-lucratif Ouranos, consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, présente un état des lieux de la situation climatique du Québec. Grâce au « Sommaire des connaissances du portait climatique du Québec », présentés par l'organisme, nous pouvons établir une liste des faits saillants généraux de la situation climatique du Québec avec précision.

Environnement et lutte contre les Changements Climatiques Québec (voir gouvernement du Québec, 2012) souligne une hausse générale des températures d'en moyenne 1,3 °C sur le territoire. Cette hausse n'est cependant pas homogène d'une région à l'autre, les régions les plus touchées sont au sud-ouest de la province (Montréal, Sherbrooke). Les mois de juin et juillet 2018 démontrent d'ailleurs une tendance à la hausse des extrêmes chauds pour la province. La canicule de 2018 est la plus importante depuis l'année 1921. Elle a atteint « plusieurs fois le record québécois de température de 40 °C » (gouvernement du Québec, 2019) sur l'ensemble du territoire. Tout comme la hausse des extrêmes chauds est évidente (due au réchauffement de la

croûte terrestre), la baisse de présence des extrêmes froids est une conséquence prévisible. Par exemple, l'arrivée de l'hiver 2018 a été lente et douce. Les épisodes de froid ont été intenses, mais peu nombreux (gouvernement du Québec, 2019). Comme le souligne le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et Alimentations du Québec (MAPAQ), le sol est sujet à nombreuses problématiques de dégradation : la compaction, la baisse de niveau de matière organique, la concentration de carbone, l'érosion, etc. Le climat changeant provoque des dommages au sol québécois, et les conséquences peuvent être irréversibles, tout comme au niveau mondial. Si le sol n'est plus fertile, les terres ne sont plus exploitables et la santé des arbres est donc remise en cause (MAPAQ, 2019). Le consortium d'Ouranos (2015) met en avant une baisse significative de la période du recouvrement neigeux de la province ; parfois en retard d'une à deux semaines, et partit 3 à 4 semaines en avance. Ce déséquilibre climatique entraîne une période de gel ou dégel plus rapide et brutale pour les sols, causant la perte de matière organique qu'ils abritent. Cela peut bouleverser les saisons de coulée des sucres pour les érables. L'érosion causée par l'eau est aussi plus importante et dommageable qu'auparavant. Les sols fatigués demanderont à leurs exploitants du travail supplémentaire ainsi que de l'engrais, fatiguant à son tour le sol dans un objectif de rendements volume/valeur (Gasser, 2017).

Le GIEC (voir IPCC 2018) annonce une hausse des précipitations saisonnières en volume et fréquence sur les prochaines décennies et la fonte des glaciers du monde fait monter le niveau des mers. Ces facteurs sont déclencheurs d'une hausse des débits des cours d'eau de la province canadienne et noieront les sols. L'eau est l'élément d'Empédocle le plus incontrôlable qui soit.

Les érables sont des arbres sensibles aux perturbations climatiques. Il peut s'agir tant des changements climatiques que des insectes envahisseurs et nocifs. Ces derniers sont de plus en plus nombreux et de plus en plus longtemps (Brodeur *et al.* 2013). La présence de point d'eau plus abondant et des chaleurs douces plus longues favorisent leur survie. Plusieurs éléments attirent les insectes sur ces arbres, principalement le sucre, tout comme les rongeurs. L'accessibilité à l'érablière, la fragilité causée par le stress antérieur de l'arbre, la qualité du sol, la hauteur des branches, etc. peuvent expliquer que certaines espèces soient plus en proie que d'autres, à différentes périodes de l'année. La propagation de ces parasites perturbe l'arbre ainsi que ses productions de sucres. Ils sont également initiateurs d'infections et de maladies. Comme chez les



humains, la chaleur favorise le développement des parasites et bactéries, le réchauffement climatique est donc un incitateur au développement de ces colonies d'insectes sur les érablières (Lapointe et MAPAQ, 2019).

## 1.2 PRÉSENTATION DE L'INDUSTRIE

Le sirop d'érable tel qu'il est commercialisé aujourd'hui n'est vraiment apparu qu'au XX<sup>e</sup> siècle. L'échange de savoirs est une des réalités les plus avérées lors de flux migratoires. L'arrivée des colons a révolutionné l'approche et l'exploitation des coulées de l'érable. Les Amérindiens savaient épaissir l'eau d'érable, et créaient du vinaigre, du sucre, ou des textures pâteuses sucrées. Le sirop ne pouvant pas se conserver à l'époque, il n'était accessible qu'en cabane lors de la création des sucres. Les technologies du baril et de la conserve en métal arrivées avec les colons ont permis à l'époque de pouvoir conserver le sirop d'érable et donc de le commercialiser en petite et grande quantité. Ce n'est qu'à partir des années 1930 que cette technologie est utilisée plus largement pour développer l'industrie acéricole (Rhéaume, 2013). C'est également à cette époque que le sucre blanc (Rhéaume, 2013) est de renommée mondiale, et accessible en faible quantité pour les autochtones. C'est ainsi que le sucre rouge a intégré les habitudes alimentaires pour substituer le besoin du sucre blanc. Aujourd'hui, l'exploitation des arbres de l'érable est devenue une industrie florissante et puissante au niveau mondial, mais surtout une marque identitaire à part entière du pays. Elle rapporte chaque année des millions de dollars au Canada, ce dernier en perpétuelle recherche d'innovation pour faire croître de plus belle sa compétitivité dans le monde.

L'érable à sucre (*Acer Saccharum*) est un arbre vivant sur le continent nord-américain, principalement sur la côte Est, au Québec et au nord des États-Unis. Cet arbre peut vivre 250 ans, et atteindre une taille de 35 mètres. Il est aujourd'hui source d'une industrie prospère, grâce à ses coulées d'eau sucrée à l'arrivée du printemps (J.Turner, 2009). Le Canada produit 70 % de la consommation mondiale des produits de l'érable, et la province du Québec produit 92 % de celles-ci comme présentés dans le tableau 1 ci-après. Le Nouveau-Brunswick, l'Ontario et la Nouvelle-Écosse se partagent les 8 % restant. En volume, l'industrie de l'érable produit en moyenne 131,5 millions de livres par année (MAPAQ, 2019). Le tableau 2 présente les valeurs de récoltes de 2013 à 2017. En valeur pour 2017, cela représente environ 500 millions dollars canadiens.

**Tableau 1 : Production de sirop d'érable<sup>1</sup> par province (en milliers de gallons)**<sup>1</sup> les produits de l'érable tels que tire, sucre et beurre d'érable ont été convertis en sirop équivalent

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Nouvelle-Écosse	37	29	19	48	57
Nouveau-Brunswick	484	502	430	528	551
Québec	9 083	8 584	8 090	11 185	11 493
Ontario	449	368	369	398	425
<b>Canada</b>	<b>10 053</b>	<b>9 484</b>	<b>8 908</b>	<b>12 160</b>	<b>12 526</b>

Source : Statistique Canada (CANSIM Tableau 001-0008)

**Tableau 2 : Valeur brute <sup>1</sup> des produits de l'érable par province (en milliers de dollars canadiens)**<sup>1</sup> la valeur brute des produits de l'érable englobe le sucre, le sirop d'érable, la tire d'érable et le beurre d'érable

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Nouvelle-Écosse	2 225	1 779	1 176	3 200	3 712
Nouveau-Brunswick	28 892	30 580	24 415	22 023	22 003
Québec	347 700	323 000	306 500	435 600	443 047
Ontario	30 845	25 863	26 151	23 286	24 947
<b>Canada</b>	<b>409 661</b>	<b>381 222</b>	<b>358 242</b>	<b>484 109</b>	<b>493 709</b>

Source : Statistique Canada (CANSIM Tableau 001-0008)

Cette production est aujourd'hui entretenue par plus de 13 500 exploitants. Le tableau 3 présente le nombre d'érablières recensées dans les provinces en 2015 et 2016. C'est au Québec et en Ontario que leur nombre est le plus important (respectivement 7 863 et 3 003 en 2016). « En 2017, les volumes et valeurs de la production ont atteint les niveaux les plus élevés jamais enregistrés depuis le début de la collecte de données en 1924 » (gouvernement du Canada, 2017).

**Tableau 3 : Nombre d'érablières <sup>1</sup> par province**

<sup>1</sup> le nombre d'érablières inclut toutes les exploitations ayant déclaré les entailles d'érables, et non uniquement les exploitations dont la production de sirop d'érable représente 50 % ou plus des recettes agricoles totales.

	<b>2011</b>	<b>2016</b>
Terre-Neuve-et-Labrador	1	0
Île-du-Prince-Édouard	11	17
Nouvelle-Écosse	152	187
Nouveau-Brunswick	191	212
Québec	7 639	7 863
Ontario	2 673	3 003
Manitoba	67	81
Saskatchewan	24	29
Alberta	7	0
Colombie-Britannique	82	76
<b>Canada</b>	<b>10 847</b>	<b>11 468</b>

Source : Statistique Canada (CANSIM Tableau 004-0220)

Le Canada est en tant que premier producteur, également premier exportateur mondial des produits de l'érable, c'est ce que montre le tableau 4. Bien que les Canadiens soient de gros consommateurs de cette production régionale, 80 % de la consommation est exportée. Ainsi parmi les 165,9 millions de livres produites, 127,7 millions de livres sont exportées en 2017. Ces exportations se font principalement aux États-Unis, environ 62 % pour l'année soit 102,8 millions de livres en 2017.

Ces exportations représentent en valeur près de 382 millions de dollars canadiens par année comme illustrés par le tableau 4. Cependant, cette dernière décennie souligne l'arrivée puissante d'un concurrent de taille : les États-Unis. La demande importante des Américains en sirop peut laisser suggérer un intérêt économique de produire au moins une part de leur consommation. Leur arrivée massive et visiblement durable sur le marché peut appuyer en partie cette hypothèse.

**Tableau 4 : Les dix principales destinations d'exportation des produits de l'érable – valeur (en milliers de dollars canadiens)**

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
États-Unis	178 419	195 680	229 168	236 279	236 103
Allemagne	21 751	25 890	31 035	40 043	40 721
Japon	24 711	29 624	26 324	25 756	22 945
Royaume-Uni	11 868	12 267	16 177	16 584	17 733
Australie	8 573	10 025	12 088	15 650	17 627
France	9 690	9 974	12 212	13 049	12 743
Danemark	4 470	4 983	5 302	6 137	5 127
Corée du Sud	3 841	3 434	4 504	4 152	3 903
Pays-Bas	2 306	2 905	3 636	3 647	3 659
Belgique	1 329	2 034	2 276	3 126	3 647
Autres	10 983	12 978	16 821	16 985	17 907
<b>Total</b>	<b>277 942</b>	<b>309 794</b>	<b>359 542</b>	<b>381 408</b>	<b>382 115</b>

Source : Statistique Canada (CATSNet, février 2018)

Le marché de l'acériculture, comme tous les marchés agricoles au Québec, est soumis à une loi assermentée en 1956 : la loi sur la mise en marché des produits agricoles, alimentaires et de la pêche (LMMPAAP). Cette loi prévoit un cadre précis de mise en marché des produits agricoles et donne la possibilité aux producteurs de « se doter d'un *plan conjoint* qui leur confère le pouvoir de négocier collectivement les conditions de mise en marché de leur produit et d'en déterminer également les conditions de production » Gagné, 2015. Cette loi garantit l'intégrité des pratiques de production et de leur respect de l'environnement. Le *plan conjoint* précise de nombreuses réglementations à respecter comme les normes nécessaires afin d'obtenir le contingentement de la Fédération pour démarrer et entretenir une activité légale. Le nombre d'entailles maximales applicables sur une érablière en fonction de sa taille et de sa santé, les quotas de production ou encore tous les éléments reliés à la traçabilité et le respect des normes environnementales y sont par exemple inclus. Ce plan pose des réglementations permettant l'équité entre chaque producteur québécois, mais détient sa part de contraintes. Les réglementations demandent des investissements de mise en marché auxquels ne sont pas soumis les producteurs concurrents d'autres nationalités.

La situation de revenu des producteurs de l'érable est bonne. Les bénéfices moyens nets après impôts atteignent un niveau d'environ 17 % sur la période 2007-2010 comme le montre le tableau 5, en comparaison au 7,5 % généralisé sur tout autre secteur agricole pour la même période (MAPAQ, 2015). Si l'on constate une baisse du taux pour la période 2011-2014, il reste cependant supérieur à la situation générale agricole (12,2 % face à 8,9 %). Le marché est en croissance, la consommation en hausse, tout comme le prix du dollar à la livre (1,54 \$/lb en 2001 pour 2,80 \$/lb en 2014). Bien qu'il soit soumis à une réglementation très stricte, l'acériculteur québécois détient une situation privilégiée dans le secteur agricole. On souligne d'ailleurs une vraie tendance à la croissance des entreprises et au recours de nouvelles technologies performantes dans la production (MAPAQ, 2015). Pourtant, le changement climatique impacte les productions. L'adaptation et l'investissement des entreprises dans les nouvelles technologies favorisent les rendements sur le long terme comme nous le verrons plus loin dans ce mémoire.

**Tableau 5 : Évolution du taux de bénéfice net en acériculture de 2007-2010 à 2011-2014 (%)**

	2007-2010		2011-2014	
	Acéricole	Agricole	Acéricole	Agricole
Taux de bénéfice net avant amortissement	33,8 %	15,3 %	30,5 %	16,3 %
Taux de bénéfice net après amortissement	17,2 %	7,8 %	12,2 %	8,9 %

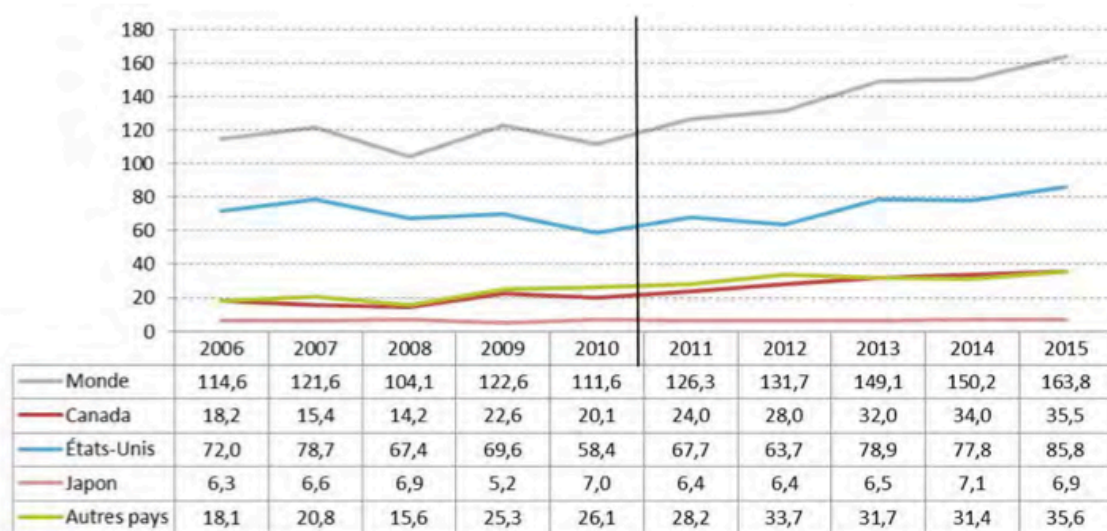
Note : les données financières proviennent du Programme de données fiscales agricoles de Statistique Canada, qui comprend les exploitations agricoles non constituées en sociétés et présentant un revenu d'exploitation égal ou supérieur à 10 000 \$ ainsi que les sociétés ayant un revenu égal ou supérieur à 25 000 \$. Par ailleurs, seulement les entreprises qui ont 50 % ou plus de ventes en acériculture sont considérées.

Source : Statistique Canada, Programme de données fiscales agricoles, Demande spéciale sur la production de sirop d'érable et d'autres produits de l'érable reçus le 24 mai 2016 ; compilation du MAPAQ

La demande du marché est en hausse. Le graphique 1 ci-après présente l'évolution de consommation mondiale de sirop d'érable de l'année 2006 à 2015. On constate une évolution assez faible jusqu'en 2010, puis une croissance constante d'environ 7 % annuel jusqu'à 2015. C'est au Canada que l'on constate la plus grande hausse de consommation de sirop d'érable par habitant (MAPAQ, 2015). Le sucre naturel comme le miel ou le sirop d'érable est en forte croissance dans la consommation individuelle (0,8 % à 1,5 % de 2006 à 2015). La sensibilisation à la consommation naturelle est une vraie tendance ces dernières années (Pitre, 2018). Nous pouvons émettre l'hypothèse que ce changement de consommation peut en être une répercussion.

Cette hausse de la demande détermine la nécessité d'une hausse de l'offre afin de parvenir à maintenir l'équilibre du marché. Le réchauffement climatique se pose ici comme une problématique. Une baisse de fertilité des sols en raison de leur forte teneur en carbone ou de leur abondance en eau par exemple est une contrainte de taille. Ces changements impactent les rendements des érables à sucre, dépendants de la qualité de leur environnement comme toute la flore. Sans capacité de production stable, l'équilibre de marché peut alors ne pas être atteint où maintenu dans un délai plus ou moins long.

**Graphique 1 : Évolution de la consommation mondiale de sirop d'érable (en millions de livres)**



Note : tous les produits de l'érable ont été convertis en équivalents de sirop d'érable.

Sources : Statistique Canada, United States Department of Agriculture (USDA) et Global Trade Atlas ; estimations et compilation du MAPAQ.

Suite aux variations spectaculaires de rendements des érablières constatés dans ces dernières années, les producteurs et productrices acéricoles du Québec arrivent au constat suivant : les aléas d'une saison à l'autre peuvent causer de vrais dégâts pour l'industrie (FPAQ, 2018). La forte situation concurrentielle du marché peut causer des problématiques aux conséquences irréversibles pour les producteurs. Pour prévenir ces complications commerciales, les productrices et producteurs acéricoles du Québec mettent en fonction une « réserve stratégique » de sirop d'érable en 2002. Son objectif est qu'en cas de mauvaise saison, elle puisse pallier le manque d'alimentation des marchés, et ainsi garantir un revenu aux producteurs. Les aléas des récoltes n'impactent aujourd'hui le marché que dans une certaine mesure (Samson, 2012). Si les

changements climatiques s'orientent selon les prévisions (IPCC 2018) et influencent annuellement l'économie acéricole, la réserve peut devenir un soutien insuffisant pour maintenir l'équilibre de marché.

### 1.3 PRODUCTION ET TRANSFORMATION

La sève propre aux érables à sucre est issue d'un phénomène naturel qui a lieu au printemps. L'érable est un arbre à sève sucrée. L'été, le soleil et la chaleur permettent à l'arbre via le processus de la photosynthèse de créer son sucre. Ce sucre est stocké à l'arrivée de l'hiver dans ces racines afin de l'alimenter en énergie et de favoriser sa respiration (Houle, MFFP-Ouranos *et al.* 2018).

En Amérique du Nord, les hivers sont rudes. L'arrivée du printemps s'amorce par une variation des températures le jour et la nuit, ce qui provoque un effet de gel-dégel. C'est durant cette période que l'effet du froid nocturne pousse l'arbre à s'alimenter en eau liquide récoltée la journée via ses racines. Cette variation de température pendant plusieurs jours consécutifs provoque la création de cette sève sucrée, qui remonte dans le tronc de l'arbre. Elle est alors expulsée du tronc le jour, puisque le soleil revenant, le gaz retenu dans les fibres de l'arbre reprend de l'expansion. Sous pression, l'érable évacue alors cette eau sucrée (Houle, MFFP-Ouranos *et al.* 2018).

#### 1.3.1 La récolte

Depuis le début de son histoire, le mode de récolte des eaux sucrées des arbres n'a pas fondamentalement changé. Il s'agit de percer l'arbre pour faciliter la sortie du liquide. À l'époque, les acériculteurs ne détenaient pas les technologies dont nous disposons aujourd'hui. Chaque arbre dispose de son propre moyen de récolte. L'entaille dans l'écorce est maintenue par un chalumeau, faisant office de robinet. À chacun d'eux, une chaudière est suspendue et récolte la coulée d'eau sucrée. Dans ce processus, il est essentiel de ne pas négliger que les entailles dans l'arbre sont des blessures. Si celles-ci ne sont pas soignées, elles peuvent entraîner des maladies, attirer des insectes, et peuvent même causer la mort de l'arbre (Whitney et Upmeyer, 2004). Aujourd'hui, nous disposons de ces connaissances ainsi que les techniques nécessaires afin de pallier ces problématiques. Les arbres à sucre fournissent plus longtemps et leur santé est meilleure (Houston,

Allen, et Lachance 1990). La figure 1 ci-après présente un guide du nombre d'entailles maximales réalisables sur un érable afin de combiner santé de l'arbre à rentabilité optimale des coulées.

**Figure 1 : Guide du nombre d'entailles en fonction du diamètre en centimètre du tronc de l'érable à sucre**

<b>GUIDE DES ENTAILLES</b>	
Arbres de moins de 25 cm de diamètre .....	0 entaille
Arbres de 25 à 35 cm de diamètre .....	1 entaille
Arbres de 38 à 49 cm de diamètre .....	2 entailles
Arbres de 50 à 60 cm de diamètre .....	3 entailles
Arbres de plus de 63 cm de diamètre .....	4 entailles

Source : centre de ressources pour propriétaires fonciers et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Bulletin de diffusion, 1995

Aujourd'hui, les acériculteurs travaillent toujours avec des chalumeaux, mais bien moins souvent avec des chaudières traditionnelles. Aujourd'hui, le chalumeau est relié à un tube de plastique, une tubulure. Chaque arbre est, par ce procédé, relié aux autres par un circuit de tubes. L'extrémité de ce réseau de plastique arrive à l'érablière où toute l'eau de tous les arbres est récoltée au même endroit, sans nécessiter de déplacement du producteur pour effectuer la récolte. On gagne ici un temps considérable de déplacement, de surveillance des chaudières et d'énergie. Les coûts de main-d'œuvre ainsi que de perte de matière première ont chuté naturellement (gouvernement du Québec, 2012). Avec les années, pour faire croître les rendements, des procédés de récolte via la gravité ou encore de pompages ont été mis en place afin de récolter le plus d'eau possible (Cloutier, 2010).

### **1.3.2 La transformation**

Une fois arrivée à l'érablière, l'eau sucrée est transformée. Les produits de l'érable sont issus d'un processus d'évaporation (Martin *et al.* 1991). Les procédés ont eux aussi évolué. Les Amérindiens utilisaient la potence, soit un grand feu de bois au-dessus duquel était suspendu un chaudron. Dorénavant, il existe des évaporateurs, fonctionnant au bois, à l'huile ou pour les plus récents à l'électricité (Carrier, 2004).



Pour d'obtenir un litre de sirop d'érable, il ne faut pas moins de 40 litres d'eau sucrée. L'évaporation de cette eau dépend de la température à laquelle elle est maintenue. On récolte alors une densité de sucre unique, qui prendra la forme de sirop, de beurre, de sucre, etc. Les procédés d'évaporation nouveaux facilitent le maintien d'une température régulière d'évaporation, ce qui réduit le temps de production, et fait croître la qualité du produit final. Les produits de l'érable sont obtenus en fonction de la température à laquelle l'évaporation s'effectue. Pour le sirop d'érable, il faut entre 3 et 4 °C de plus que le point d'ébullition de l'eau. Pour obtenir la tire, environ 114 °C, et pour parvenir au sucre pour les bonbons, 120 °C.

Les rejets toxiques issus de l'activité humaine contaminent les eaux, sols et atmosphère, soit l'environnement des érables. Cette habitation changeante et détériorée aura pour impact direct la santé des arbres et donc de leur rendement en sève sucrée. L'acériculture comme toute activité agricole est liée aux changements climatiques et ses rendements évoluent en fonction des variations des changements. Les coulées de sucre sont le fruit de multiples facteurs climatiques coordonnés en fonction des saisons. Un gel trop fort en hiver peut briser les racines, la sécheresse fragilise l'écorce et réduit les apports en eau. Ce phénomène impacte le puisement des eaux et le stockage la création des sucres dans les racines (Pothier, 1995). La saison de gel-dégel se situe entre février et avril. Le réchauffement climatique bouleverse les habitudes des températures saisonnières. La variation répétitive des températures au-dessus et en dessous du 0 °C est de plus courte durée (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). La saison des coulées est donc raccourcie. La qualité du sirop dépend en grande partie de la quantité de sucre stocké dans les racines de l'arbre. Le réchauffement climatique influence le stockage en eau et l'affluence des coulées. Nous pourrions voir le goût, la quantité et la qualité du sirop d'érable s'affaiblir avec les années (La presse canadienne, 2019).

## **CHAPITRE II — PRODUCTION ET RENDEMENT**

## 2.1 COÛT DE PRODUCTION ET INFRASTRUCTURE

Le coût de production d'une érablière dépend de sa taille, soit du nombre d'entailles qu'elle pratique. Une érablière de petite taille réalise jusqu'à 5 000 entailles. Pour les moyennes, nous parlons de 5 000 à environ 20 000 entailles, et pour les plus importantes, 20 000 entailles par saisons et plus (MAPAQ, 2015).

Comme chaque entreprise, le coût de production comprend des coûts fixes et des coûts variables. Comme souvent, les coûts de production variables sont les plus à risques pour l'entreprise. C'est le cas pour une érablière. En juin 2005, la Direction des Politiques sur la Gestion des risques du MAPAQ présente une étude sur le coût de production du sirop d'érable en vrac sur une population ciblée de 109 érablières. Le tableau 6 ci-après expose le recensement des données collectées pour les entreprises de tailles moyennes, celles qui ont entre 5 000 et 19 000 entailles, et ce, pour la saison 2003.

Les coûts fixes de l'exploitation sont concentrés autour des intérêts, des assurances, ainsi que des taxes et la maintenance régulière de l'équipement. Les coûts variables sont eux plus complexes. Pour les analyser, utilisons les cinq mailles de rendement d'une érablière (développées dans le point 2.2 de ce mémoire), proposées par l'ingénieur forestier Michel Cloutier en 2010 :

- a) Les arbres et le sol
- b) L'entaillage
- c) Les équipements
- d) La gestion des fuites
- e) Dame nature

Ces cinq mailles reprennent les éléments essentiels pour exercer une activité acéricole prospère. Nous observons que les coûts variables proposés dans le tableau 6 sont intégrés dans les points de cette liste. Pour le point a), l'entretien des sols et de la santé des arbres varie en fonction de l'environnement. Par exemple, *le carburant* est utile au déneigement du site de l'érablière. Cela varie en fonction du nombre de tempêtes hivernales. La santé des arbres peut être altérée par une épidémie d'insecte durant un été chaud et humide, l'utilisation de traitement contrant cette épidémie entre alors dans des frais variables. Les catégories c) et d) reprennent l'importance de la qualité et de la maintenance des équipements. Les frais liés à la *tubulure*, *l'entretien de la machinerie*, *l'électricité*, *le chauffage*, *les combustibles*, ou encore *les frais d'entretien à forfait* par exemple y sont inclus. Les tubulures, et l'entretien de la machinerie sont les éléments centraux des

frais variables du tableau 6. Ceci se justifie par les risques encourus de perte possible aux suites d'une mauvaise maintenance. Un manque d'entretien peut causer des fuites, une baisse de qualité et de rendement pour l'exploitation. De plus, le point b) peut traiter de la date d'entaillage, variant en fonction des températures saisonnières. La variabilité de la saison impacte, elle, les frais de *main-d'œuvre*. Quatre des cinq mailles du rendement présentées par M. Cloutier sont comprises dans les coûts variables moyens d'une érablière de taille moyenne en 2003, ce qui soulève l'hypothèse d'un taux de risque élevé dans l'exploitation. Le point E.), soit le climat à lui seul, influence tous les autres. Les coûts variables dans le tableau représentent une part plus élevée que les coûts fixes, environ 3 000 \$ d'écart.

Prenons en compte que la saison des sucres de 2003 était une bonne saison avec un rendement moyen de 2,35 livres de sirop par entaille. À l'opposé, la saison 2001 était nettement moins bonne avec un rendement moyen de 1,72 livre de sirop par entaille (PPAQ, 2018). Pour une comparaison plus actuelle, le rendement moyen de 2017 est de 3,45 livres de sirop par entaille pour plus de 44 millions d'entailles, c'est une bonne saison (AGECO 2017, voir PPAQ, 2017). L'année 2018 est moins généreuse avec un rendement de 2,52 livres de sirop par entaille. Nous observons que les rendements d'une bonne année deux décennies plus tôt correspondent à des chiffres moindres de nos jours. Cette évolution s'explique par la hausse du nombre d'entailles, environ un million de plus entre 2003 et 2018 (PPAQ, 2018). Quand la saison est bonne, les coûts variables sont plus facilement amortis. Moins touché par les externalités négatives, ils sont plus bas, et le rendement plus important. Quand les aléas climatiques troublent la production, on suggère une hausse des frais variables et la baisse du rendement de la récolte.

**Tableau 6 : Coût de production moyen détaillé d'une entreprise de taille moyenne (5000 à 19000 entailles) pour la saison 2003**

Éléments de coût	Total	Par entaille 9 422 entailles	Par livre 22 676 livres
<b>Coûts variables</b>	\$	\$	\$
Fournitures de l'érablière	1 710	0,18	0,08
Combustible	2 396	0,25	0,11
Électricité	948	0,10	0,04
Entretien et réparation de machineries	1 384	0,15	0,06
Carburants	1 653	0,18	0,07
Locations et travaux à forfait	1 329	0,14	0,06
Frais de vente (plan conjoint)	2 961	0,31	0,13
Main-d'œuvre salariée et familiale	1 827	0,19	0,08
Intérêts à court terme	467	0,05	0,02
<b>Moins</b>			
Revenus divers	1 160	0,12	0,05
<b>Total coûts variables</b>	<b>13 518</b>	<b>1,43</b>	<b>0,60</b>
<b>Coûts fixes</b>			
Entretien de l'érablière, des bâtiments et d'équipements	1 959	0,21	0,09
Assurances ferme et véhicules	1 629	0,17	0,07
Taxes foncières nettes	520	0,06	0,02
Intérêts sur emprunts à long terme nets	4 304	0,46	0,19
Divers (tél., autres frais, fourniture bureau, etc.)	1 725	0,18	0,08
<b>Total coûts fixes</b>	<b>10 136</b>	<b>1,08</b>	<b>0,45</b>
Amortissement	11 566	1,23	0,51
Rémunération de l'exploitant	14 613	1,55	0,64
Ajustement salaire famille	4 624	0,49	0,20
Rémunération avoir du propriétaire	4 647	0,49	0,20
<b>Total des charges calculées</b>	<b>35 450</b>	<b>3,76</b>	<b>1,56</b>
<b>TOTAL COÛT DE PRODUCTION</b>	<b>59 102</b>	<b>6,27</b>	<b>2,61</b>

Source : Boulet et Deschenes (2005)

Dans le tableau 6, nous observons alors que tous les coûts variables sont influencés en partie par le climat. Les frais liés au plan conjoint sont proportionnels aux rendements de la récolte, ils seront donc plus faibles si la récolte est mauvaise due à un climat capricieux.

Le calcul suivant permet de déterminer la proportion des charges variables sur la totalité des frais de production. Selon les valeurs du tableau :

$$\frac{\textit{Total des charges variables sélectionnées}}{\textit{Total des coûts de production}}$$

$$\frac{13\,518\$}{59\,102\$} = 0,22$$

À l'issue de ce calcul, nous observons que les coûts variables impactés par les aléas de l'environnement représentent plus de 20 % des coûts totaux de production. Précisons à nouveau que l'année 2003 était une bonne année de récolte. Cela laisse suggérer l'hypothèse que dans une année soumise à de nombreuses contraintes climatiques, ces coûts peuvent facilement augmenter et impacter fortement l'équilibre économique de l'érablière. L'impact des bouleversements climatiques sur les récoltes est considérable.

À titre d'illustration, l'année 2018 fut mauvaise pour l'industrie. Le climat en est à l'origine. Le printemps est arrivé brutalement suite à un l'hiver long et froid. Près de 7 semaines de récolte ont été perdues, sur une période habituelle d'environ 12 à 13 semaines. C'est près de 2/3 de temps perdu pour les acériculteurs. Dans certaines régions comme le Bas-Saint-Laurent, les pertes s'évaluent à plus de 60 % (Boivert, 2018). Selon nos précédentes hypothèses ; d'un hiver long et froid, relève une importante utilisation de carburant, d'électricité et chauffage. Les froides tempêtes hivernales ont pu impacter l'état des tubulures et donc nécessiter des frais de maintenance et de main d'œuvre plus élevés qu'à la normale. La récolte a de plus été faible. À la suite de nos conclusions, il est possible de considérer que les frais variables ont été déterminants dans les résultats financiers des érablières. Les dysfonctionnements du climat impactent l'économie des exploitations.

D'ici 2021, les réglementations sanitaires seront plus strictes, afin de distribuer plus largement et de garantir la sécurité alimentaire des produits de l'érable. Les producteurs seront dans l'obligation de suivre ces normes d'équipements et de qualité de procédés de production. « Le secteur acéricole québécois est le seul en Amérique du Nord à avoir mis en place des systèmes de classification et de contrôle qui garantissent la pureté, la qualité et la traçabilité du produit ainsi que l'identification des défauts de saveur » (MAPAQ, 2015). L'objectif est de parvenir à la reconnaissance de la marque « Made In Québec » (FPAQ, 2017).

Puisqu'elle résulte d'un procédé d'évaporation, la production de sirop d'érable utilise des combustibles qui sont, dans la plupart des cas, polluants et inflammables. Ils représentent un risque pour les producteurs et leurs installations. Plus de la moitié de la production des entreprises acéricoles est obtenue par une combustion de mazout ou d'huile. Facile d'utilisation, il permet un très bon rendement énergétique (Leduc et Poisson, 2018). Nous constatons que l'évaporateur à huile est utilisé dans la grande majorité des cas par des producteurs de taille moyenne, tandis que les plus petits se tournent vers le bois. Le tableau 7 ci-après présente les types d'évaporateurs en fonction du nombre d'entailles des entreprises au Québec en 2017. On observe que les 2027 entreprises à l'huile représentent 52,7 % du nombre d'entailles sur le marché, avec un nombre moyen d'entailles de 11 161. Les entreprises avec le plus faible nombre d'entailles (4 025) travaillent au bois, et représentent 33,9 % du marché. Les évaporateurs électriques ou à granules sont réservés presque exclusivement aux très larges productions (+20 000 entailles), qui sont bien moins nombreuses et représentent respectivement 2,6 % et 4,6 % du marché en nombre d'entailles.

**Tableau 7 : Répartition des types d'évaporateurs en fonction des entailles et des entreprises du Québec**

Type d'évaporateur	Nombres d'entreprises	Nombre d'entailles	Nombre d'entaille moyen	Entailles (%)
<i>Autre (inconnu)</i>	49	401 948	8 203	0,9
<i>Bois</i>	3617	14 559 970	4 025	33,9
<i>Combiné</i>	378	2 277 316	6 025	5,3
<i>Électrique</i>	36	1 097 735	30 493	2,6
<i>Granule</i>	94	1 970 577	20 964	4,6
<i>Huile</i>	2027	22 622 991	11 161	52,7
<b>Total</b>	<b>6 201</b>	<b>42 930 537</b>	<b>6 923</b>	<b>100</b>

Source : Leduc et Poisson, 2018

En 2018, les 118 millions de livres de sirop produites sont responsables de 56 400 tonnes de GES, l'équivalent de « 9 407 véhicules utilitaires sports parcourant 20 000 km chacun » Martin Menard, 2019. Le Club d'Encadrement Technique en Acériculture de l'Est (CETAE) présente en décembre 2017 un mémoire en réponse à la consultation de Transition énergétique Québec dans le cadre du Plan directeur de la politique énergétique 20-30. Dans celui-ci, on souligne l'importance d'orienter la production acéricole vers de faibles émissions de carbone, « on réduit de 50 % la charge énergétique des entreprises, et de plus, on encourage l'utilisation d'un combustible local, la biomasse forestière résiduelle ». La biomasse forestière résiduelle se compose des chutes de branches, des feuillages et autres pertes naturelles. Dans les exploitations acéricoles, leur utilisation peut substituer en partie les combustibles nécessaires à la production, et donc réduire la consommation énergétique générale de l'entreprise. L'utilisation des ressources présentes sur le territoire québécois permet la redistribution de ces fonds dans l'économie régionale et non pas à l'étranger. « À raison de 0,75 \$ le litre de mazout, l'économie des régions serait bonifiée de 4 000,000 \$ annuellement » CETAE, 2017. Le pétrole utilisé dans les combustions acéricoles ne provient pas des terres québécoises, c'est un coût pour la province.



**Tableau 8 : Comparatif des coûts d’acquisition et de fonctionnement des différents évaporateurs pour les érablières produisant environ 170 barils <sup>1</sup> par année (20 000 entailles)**

	Électrique	Granules	Bois nouvelle génération	Huile	Huile nouvelle génération	—
<i>Quantité de sirop à l’heure</i>	66 gal	51 gal	51 gal	51 gal	61 gal	
<i>Prix d’achat de l’évaporateur</i>	126 000 \$	74 000 \$	53 000 \$	40 000 \$	63 000 \$	
<i>Heures consacrées à l’entretien (annuellement)</i>	25 h	20 h	25 h	15 h	15 h	
<i>Valeur résiduelle de l’évaporateur</i>	18 990 \$	11 100 \$	7 950 \$	6 000 \$	9 450 \$	
<i>Entretien des équipements</i>	5 568 \$	3 282 \$	2 400 \$	1 670 \$	2 590 \$	
<i>Quantité d’énergie utilisée pour 1 baril</i>	58 kWh	143 kg	0,30 corde (de bois franc sec)	70 litres	58 litres	
<i>Coût énergétique pour 1 baril</i>	7 \$	29 \$	26 \$	59 \$	49 \$	

Source : Ménard (2018), données du Ministère de l’Agriculture du Québec

En termes de rendement, l’évaporateur électrique est le plus compétitif. Comme présenté dans le tableau 8, il produit plus rapidement (66 galons à l’heure), et son coût énergétique est moindre. L’entretien des équipements est plus conséquent que les autres, mais son efficacité en termes de coût énergétique rééquilibre la balance face à un évaporateur au mazout. La différence de coût s’élève à environ 5 000 \$ comme présenté dans le tableau 9.

<sup>1</sup> 1 baril = 42 gallons = 160 litres

**Tableau 9 : Évaluation de l'écart des coûts engendrés par un évaporateur à mazout versus un évaporateur électrique**

	<b>Huile</b>	<b>Électrique</b>
<i>Coût énergétique total pour 170 barils</i>	10 030 \$	1 190 \$
<i>Coûts d'entretiens des équipements</i>	1 670 \$	5 568 \$
<i>Total</i>	11 700 \$	6 758 \$

Les évaporateurs à l'huile et mazout sont les plus nocifs pour l'environnement. L'alternative la plus envisageable pour les plus petits producteurs avec moins de ressources est l'évaporateur à granules ou à bois nouvelle génération. Moins coûteux à l'achat, ils permettent également l'utilisation de la biomasse forestière.

L'évaporateur électrique est plus compétitif que les autres en termes de coût de production. Néanmoins, il faut noter que son prix d'achat est l'équivalent du double, parfois du triple d'un autre. Un investissement d'environ 100 000 \$ peut être très important pour certaines exploitations. Selon le tableau 7, plus de 80 % du secteur acéricole est entretenu par des entreprises petites et moyennes (15 000 entailles et moins). En moyenne, une seule entaille a pour rendement 2,8 livres de sirop dans la dernière décennie (PPAQ, 2018). Si l'on considère que le prix de vente moyen à la livre est de 1,80 \$ (PPAQ, 2020), le rendement total pour une érablière de 15 000 entailles est d'environ 75 600 dollars. Prenons aussi en compte qu'il ne s'agit pas, dans la plupart des cas, d'un besoin urgent de remplacement de l'évaporateur. On suppose que les producteurs de tailles petites et moyennes n'ont pas la capacité financière pour un investissement « non-nécessaire » dans l'immédiat de cette ampleur. Les évaporateurs à bois nouvelle génération ou encore les évaporateurs à granules sont eux aussi moins polluants que les évaporateurs à huile. Ils peuvent être une alternative possible, mais restent aussi plus coûteux à l'achat d'au moins 13 000 dollars par rapport à un évaporateur à huile traditionnel.

Les procédés d'évaporation utilisés par les acériculteurs sont polluants. L'émission trop abondante de GES est une des causes des dérèglements climatiques. En maintenant ces procédés,

les acériculteurs contribuent aux dérèglements du climat et par conséquent, aux contraintes que cela leur incombe. Les changements vers un avenir plus vert peuvent paraître pour l'instant inaccessibles pour la plus grande partie d'entre eux. La contrainte financière est un enjeu. Si les plus grosses productions peuvent se procurer des évaporateurs moins polluants électriques ou à granules, la condition des petites et moyennes entreprises est différente.

## **2.2 LES CINQ MAILLES DU RENDEMENT D'UNE ÉRABLIÈRE**

Nous pouvons analyser les statistiques de la section précédente grâce aux conclusions de l'ingénieur forestier Michel Cloutier, membre de l'Association des Propriétaires de Boisées de la Beauce (Cloutier, 2018). À la suite de son expérience et de recherche, il détermine avec précision cinq mailles de rendement pour une érablière. Ces mailles sont les grands éléments essentiels à la culture qui peuvent être garants un rendement profitable pour une érablière, ou au contraire d'en affaiblir considérablement la production.

### **2.2.1 Les arbres et le sol**

Les érables sont des arbres sensibles et stressés. Leur santé, l'aménagement des forêts, la gestion d'invasion de parasites, la présence d'espèces compagnes ou encore le traitement des maladies sont essentiels pour une vie prospère (Brodeur *et al.* 2013). Souvent, la détection de l'état de santé de l'arbre se fait avant la récolte des eaux à l'arrivée du printemps, quand l'enneigement est moins abondant. L'état de l'écorce sera par exemple plus visible (Boily, 2017).

La qualité des sols joue ici son rôle, puisque l'arbre s'alimente grâce aux écosystèmes qui habitent sa forêt. Si le carbone, l'érosion, ou encore les parasites sont trop présents, ils impacteront la santé de l'arbre. L'entretien des sols est le premier point à ne pas négliger dans une érablière. La hausse des précipitations dans les prochaines décennies peut devenir par exemple, un enjeu. Si les sols sont noyés, ils dilueront les sucres retenus dans les racines de l'arbre. La qualité du sirop pourrait régresser. La multiplication de point d'eau stagnante attire parasites et insectes et avec eux les maladies. Le réchauffement climatique peut influencer directement la santé des sols et donc celle des érables à sucre.

### 2.2.2 L'entaillage

Entailler un érable est un exercice devant suivre des règles spécifiques posées par le plan conjoint du secteur pour ne pas altérer la santé des arbres. L'emplacement de l'entaille, le nombre d'entailles par arbres, le traitement des blessures, la taille et la qualité des chalumeaux, l'inclinaison de perçage et sa profondeur en sont des exemples. Un bon entaillage n'endommage pas la production de l'arbre. Il lui permettra un rendement plus dense sur le long terme. Le choix du bon moment de la saison ne doit pas être négligé, pour ne pas être confronté à des problématiques telles que le dessèchement de l'entaille. De mauvais entaillages répétés peuvent causer la mort de l'arbre. En raison des changements de saison instables, il est plus difficile de déterminer les dates précises d'entaillage. C'est un défi supplémentaire pour les producteurs acéricoles (Boily, 2017). Si l'entaille est faite trop tôt, l'écorce est sèche et peut se casser. Cela peut atteindre directement la santé de l'arbre. Si elle est à l'inverse l'entaille est faite trop tard, les rendements de saison plus bas, puisqu'une partie des coulées seront perdues.

### 2.2.3 Les équipements

Comme dans toute culture agricole, des équipements de récolte adaptés permettront de faire croître la rentabilité de l'exploitation. Les chalumeaux, la tubulure, le système de pompage sont, pour la zone extérieure, des équipements à surveiller de près dans une érablière. À titre d'illustration, les tubulures sont très sujettes aux détériorations. Les aléas climatiques ou les rongeurs attirés par le sucre des eaux en sont souvent les causes (B.Allard, Lauzier *et al.* 1998). Leur surveillance et leur nettoyage sont fondamentaux afin de s'assurer que toute l'eau parvient à la cabane à sucre. Dans cette dernière, l'évaporateur et le concentrateur nécessitent eux aussi un grand soin. Leur performance dépend de leur entretien et de leur bonne utilisation. La cadence de production est ainsi régulée et efficace.

L'acériculture est soumise depuis 2013 à l'entente californienne sur la teneur en plomb des productions agricoles comestibles (MAPAQ, 2018). Cette entente prévoit la réduction de la teneur en plomb des produits issus de l'acériculture. Largement utilisé dans le travail industriel, le plomb est reconnu pour sa résistance. La majeure partie des productions d'aujourd'hui sont réalisées grâce à des évaporateurs au mazout ou à l'huile. Ces évaporateurs sont souvent composés de plomb ; il peut s'agir de pièces ou de matériaux contenant eux-mêmes du plomb. Améliorer ces équipements

de production ne doit pas être fait au hasard, la réglementation établie par l'entente californienne est stricte. Tout matériau utilisé dans le processus de production des produits de l'érable doit être changé dans un délai imparti. Ces délais varient en fonction de la taille de l'érablière et sont précisés dans le tableau 10. Par exemple, les entreprises de taille moyenne (10 à 20 000 entailles) devront changer les équipements appartenant au groupe B pour octobre 2018.

**Tableau 10 : Délais de remplacements des équipements fixés en fonction de la taille de l'entreprise**

<b>Nombre d'entailles exploitées</b>	<b>Groupe A</b>	<b>Groupe B</b>	<b>Groupe C</b>
<b>Moins de 10 000 entailles</b>	Octobre 2018	Octobre 2019	Octobre 2020
<b>10 000 à 20 000 entailles</b>	Octobre 2017	Octobre 2018	Octobre 2019
<b>Plus de 20 000 entailles</b>	Octobre 2016	Octobre 2017	Octobre 2018

Source : Pelletier et Bois (2018)

Chaque délai correspond à un groupe déterminé d'équipement correspondant aux lettres A, B et C précisés dans le tableau 11 ci-après. Si les conditions ne sont pas respectées, les producteurs peuvent voir les portes du marché américain se fermer à leur production (Bois et Pelletier, 2018), ce qui représente plus de la moitié des exportations des produits de l'érable soit plus de 40 % des consommateurs.

**Tableau 11 : Groupes d'équipements concernés par les échéances**

<b>Groupe A</b>	<b>Groupe B</b>	<b>Groupe C</b>
Chalumeaux Seaux Réservoirs de sève Réservoirs de concentré Réservoirs de filtrat Tubulure Peinture dans les bâtiments Compteurs d'eau	Valves et connecteurs Joints et contrôles de niveau Préchauffeurs Casseroles à plis (pannes) Casseroles superposées (piggy back et steam away) Pompes à sirop Casseroles plates Réservoirs de transition du sirop Dômes des évaporateurs	Pompes à sève Unités de remplissage (bains-marie) Unité de filtration Réservoirs (siroptières) Petits instruments

Source : Pelletier et Bois (2018)

Les plus gros producteurs sont les plus contraints par le temps. Leur pourcentage d'alimentation du marché justifie cette différence. Cependant, ces modifications ont des coûts qui s'ajoutent à des saisons difficiles pour les producteurs comme celle de 2018.

La FPAQ annonce que les changements entraînés par cette nouvelle norme coûteront 75 millions de dollars aux acériculteurs (Ménard, 2018). En prenant, compte qu'il y a aujourd'hui 7 200 érablières en activité, cela revient à une moyenne de 10 417 dollars par site de production. Bien que ces frais varient en fonction de la taille de l'érablière, mais aussi du nombre de matériaux à changer en fonction de la structure, pour un producteur cela reste un changement très conséquent, inattendu et surtout très peu subventionné (Bois et Pelletier, 2018). Certaines mesures sont prises cependant pour aider les acériculteurs ; par exemple le Centre ACER<sup>2</sup> a produit une « info-fiche » pour les acériculteurs afin de les aider à réduire les risques de contamination de leur sirop et/ou de déterminer ce qui contamine déjà leur production.

#### **2.2.4 La gestion des fuites**

Un chalumeau mal placé ou une tubulure abîmée impacteront directement la qualité des récoltes. Les outils de productions peuvent créer un flux de pertes, c'est pourquoi leur fiabilité est essentielle tout comme leur entretien. La présence d'insectes ou de rongeurs peut demander une surveillance accrue de l'état de la tubulure. Si la qualité des sols est impactée par l'érosion ou les inondations en raison de l'augmentation du volume des pluies, on peut supposer la chute d'arbre et par conséquent un court-circuit du réseau de tubulure. Pour les érablières usant de chaudières, les contenus peuvent être contaminés par des résidus ou tout simplement tomber de leur chalumeau (Lapointe et MAPAQ Centre du Québec 2019, Cloutier 2010). La quantité d'eau sucrée nécessaire pour la production de sirop est 40 fois supérieure à la quantité du produit fini obtenu, aucune fuite ne doit être négligée. Les pertes peuvent prendre des proportions considérables dans une production si la maintenance et surveillance ne sont pas optimales.

---

<sup>2</sup> Le Centre ACER est un centre de recherche acéricole québécois. La recherche innovante et le développement technologique du secteur est sa mission.

### 2.2.5 Dame nature

Les arbres et la saison des sucres sont dépendants du climat et des caprices du temps. Tout comme les catastrophes naturelles, il est difficile d’anticiper et de contrer leurs effets néfastes. Les érables sont stressés, et des changements perturbateurs peuvent engendrer des dégâts sur plus d’une saison. Ces changements écologiques réduisent les zones d’exploitation, ou en réduisent les conditions favorables et privilégiées nécessaires à la santé des arbres. Cela explique la migration de ceux-ci vers le nord, pour de trouver des zones plus adaptées à leur besoin. « Le climat actuel devrait se déplacer de 5 km plus au nord chaque année, la vitesse du changement climatique va excéder la capacité de migration de tous les arbres » (Duchaine, 2019). Si la capacité de migration est dépassée, les arbres vont mourir, ou tout simplement voir leur rendement baisser en qualité et quantité. La zone géographique est un souci important pour les producteurs. Si les arbres bougent, il sera nécessaire de les suivre, et d’aménager régulièrement les sites d’exploitations en fonction. L’engrais est une solution alternative pour conserver une position sur un plus long terme. Cependant, il ne sera efficace que sur de courtes durées. Fertiliser les terres épuise leur ressource, de plus grosses productions demandent plus d’efforts. C’est d’ailleurs pour cette raison que depuis le Moyen Âge, il est nécessaire de laisser les champs en jachère quelques saisons afin de leur rendre leur vitalité. Le chaulage est une solution envisageable, mais sur le court terme.

La hausse des températures des mois d’avril d’ici 2090 devrait ralentir et réduire la concentration des saisons des sucres (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). Selon Louis Duchesne (2012, voir Samson 2012) : « La production de sirop d’érable pourrait diminuer de 15 à 22 % au cours des prochaines décennies si les érables à sucre ne s’adaptent pas au réchauffement climatique ». Dans le rapport final d’Ouranos sur le sirop de 2018, Simon Legault et ses collaborateurs soulignent que les résultats de l’étude menée par Daniel Houle (2018) et ses partenaires « vont dans le même sens ». En prenant en compte que l’industrie rapporte environ 275 millions de dollars aux producteurs, et environ 735 millions de dollars au PIB du pays, le tableau 12 met en évidence les montants perdus prévisibles sur les prochaines décennies selon les prévisions des études mentionnées dans le paragraphe précédent.

**Tableau 12 : Perte en millions de dollars canadiens pour l'industrie sans adaptation des érables face aux changements climatiques**

<b>P/M\$</b>	<b>15 % EN 2050</b>	<b>22 % EN 2090</b>
<b>PRODUCTEURS</b>	41 250 000	60 500 000
<b>PIB</b>	110 250 000	161 700 000

Source : Louis Duchesne et al. (2009)

Une perte de 15 % des 275 millions de \$ aux producteurs est l'équivalent de 41,25 millions de dollars de perte pour 2015 pour les producteurs, et de 110,25 millions de dollars de perte pour le PIB. Environ 40 millions de dollars de perte de revenu en 2050 justifieront des licenciements ou des hausses de prix sur le marché malgré la réserve. 110 millions de dollars de perte pour le PIB c'est un quart de l'apport du secteur dans l'économie du pays. Ces chiffres sont alarmants et auront un impact sans précédent sur l'industrie s'ils se concrétisent.

Les cinq mailles du rendement de Michel Cloutier sont des variables essentielles à considérer dans l'exploitation d'une érablière. Elles sont en cohérence avec les conclusions apportées par la recherche sur les facteurs déterminants à la santé des érables à sucre, sur l'impact du climat sur les cultures, ou encore sur l'importance de la maintenance des sites de productions.

## **2.3 LES RENDEMENTS : ASPECTS QUANTITATIFS ET QUALITATIFS**

### **2.3.1 Variation du nombre d'entailles**

Les érablières sont de tailles variables. Le nombre d'arbres exploités dans l'érablière joue un rôle sur le rendement puisque plus le nombre d'arbres sera important, plus le nombre d'entailles sera haut et par conséquent le rendement aussi. Néanmoins, ce n'est pas la seule variable influençant le nombre d'entailles. Le diamètre du tronc de l'arbre joue aussi son rôle. Un arbre plus mince aura un rendement plus faible. Le nombre d'entailles varie en fonction de la circonférence. Souvent, les arbres les plus anciens sont les plus gros. On souligne ici une croissance constatée plus difficile pour les érables, en fonction des contraintes météorologiques des dernières décennies.



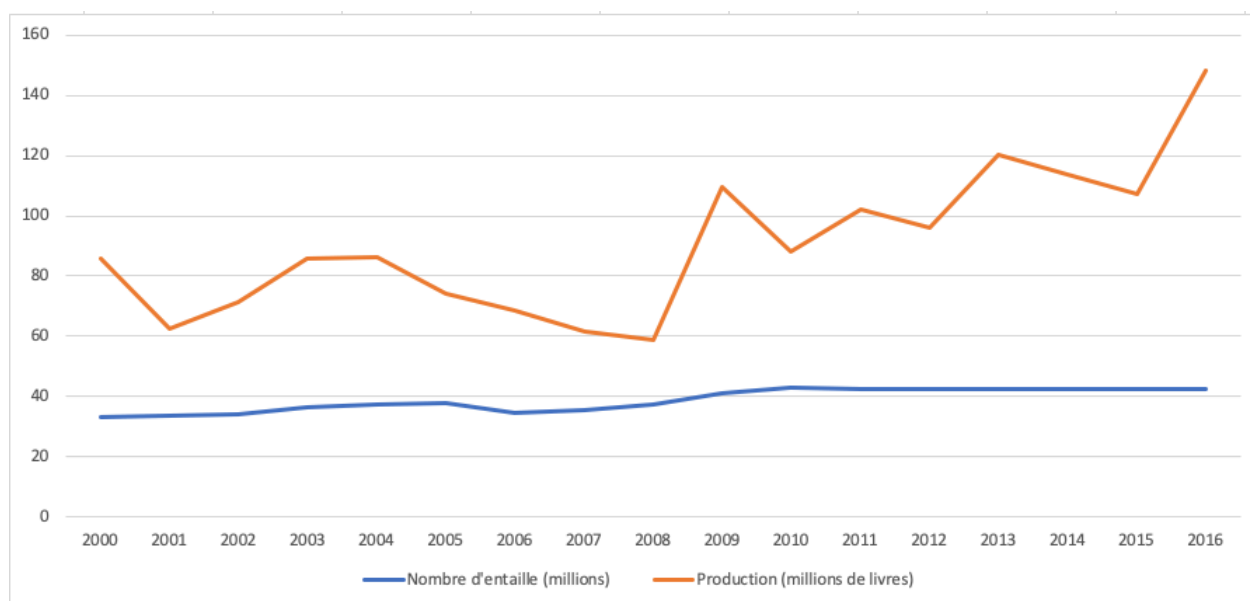
La croissance étant altérée, certains arbres d'un âge avancé conservent une taille moindre (Houle, MFFP-Ouranos *et al*, 2018).

La santé de l'arbre est le facteur le plus important pour déterminer le nombre d'entailles à réaliser. Un arbre stressé ou malade peut ne pas être utilisé pour une ou plusieurs saisons consécutives afin de se consacrer à sa guérison. Le temps de convalescence varie en fonction de l'état de santé de l'arbre. Si la situation de l'arbre est relativement moyenne, il peut être utilisé pour la saison, mais avec un nombre moins important d'entailles afin de ne pas l'épuiser (Boily, 2017).

### 2.3.2 Variation de rendement par entaille

Le tableau 13 présente les chiffres du nombre d'entailles, la production ainsi que le rendement de celles-ci des années 1985 à 2016. Il nous permet d'établir un comparatif des dernières années en volume pour ces productions grâce au graphique 2 ci-après. Depuis l'année 2010, le nombre d'entailles pratiquées pour la saison des sucres est sensiblement proche, environ 43 millions. En 2000, il atteignait seulement 33 millions (PPAQ, 2018).

**Graphique 2 : Production de sirop d'érable (en millions de livres) en fonction du nombre d'entailles (en millions) de 2000 à 2016**



Source : données du tableau 13, Bureau statistique Québec 1985 à 1996, FPAQ 1997 à 1998, GREPA 1999 à 2001, AGÉCO 2002 à 2016

En 2010, 43,1 millions d'entailles ont été effectués, soit 2 millions de plus que l'an précédent. Pourtant, la production est en chute libre, passant de 109,4 millions de livres produites à 88,1 millions. Entre 2012 et 2013, un écart est aussi nettement visible. Pour un nombre d'entailles identiques, la production de 2013 dépasse de 25 millions de livres la production de l'année précédente, faisant alors passer le rendement par entaille de 2,24 à 2,82. L'année 2012 dispose d'une saison moyenne, en raison des chaleurs avancées du mois de mars.

Nous pouvons aussi confronter l'année 2016 à l'année 2018. La saison des sucres de 2018 est qualifiée de « catastrophique » pour les acériculteurs (Gamache Fortin, 2018). En effet, pour un nombre de 46 millions d'entailles le rendement atteint faiblement 118 millions de livres produites. En 2016, pour seulement 42,7 millions d'entailles, la production dépasse les 145 millions de livres et atteint un record de rendement de livre par entaille de 3,47. Face au maigre rendement de livre par entailles de 2,52 pour 2018, la saison paraît effectivement faible (FPAQ, 2018).

**Tableau 13 : Nombre d'entreprises, d'entailles, production et rendement au Québec,  
1985-2016**

<b>Année</b>	<b>Entreprises</b>	<b>Entailles (millions)</b>	<b>Production (millions livres)</b>	<b>Rendement (lb/entaille)</b>
1985	n.d.	14.1	26.9	1.91
1986	n.d.	15.0	27.1	1.81
1987	n.d.	16.2	23.4	1.44
1988	n.d.	17.5	38.8	2.21
1989	n.d.	18.9	43.0	2.27
1990	n.d.	19.6	37.8	1.93
1991	n.d.	19.9	36.6	1.83
1992	n.d.	20.1	46.7	2.33
1993	n.d.	19.4	31.2	1.61
1994	n.d.	19.6	54.5	2.77
1995	n.d.	20.3	45.0	2.20
1996	n.d.	21.9	52.0	2.38
1997	n.d.	25.0	58.0	2.32
1998	n.d.	25.2	54.2	2.15
1999	7 666	29.2	68.7	2.35
2000 <sup>E</sup>	7 666	33.0	85.8	2.60
2001 <sup>E</sup>	7 966	33.5	62.4	1.72
2002 <sup>E</sup>	7 966	34.0	71.6	2.04
2003 <sup>E</sup>	6 400	36.6	86.0	2.35
2004	7 140	37.6	86.4	2.30
2005	7 324	38.0	74.0	1.95
2006	6 540	34.5	68.6	1.99
2007	6 509	35.7	61.7	1.73
2008	6 453	37.6	58.8	1.56
2009	6 637	41.3	109.4	2.65
2010	6 765	43.1	88.1	2.04
2011	6 790	42.7	101.9	2.39
2012	6 676	42.7	96.1	2.24
2013	6 613	42.7	120.3	2.82
2014	6 506	42.6	113.8	2.67
2015	6 431	42.3	107.2	2.53
2016	6 385	42.7	148.2	3.47

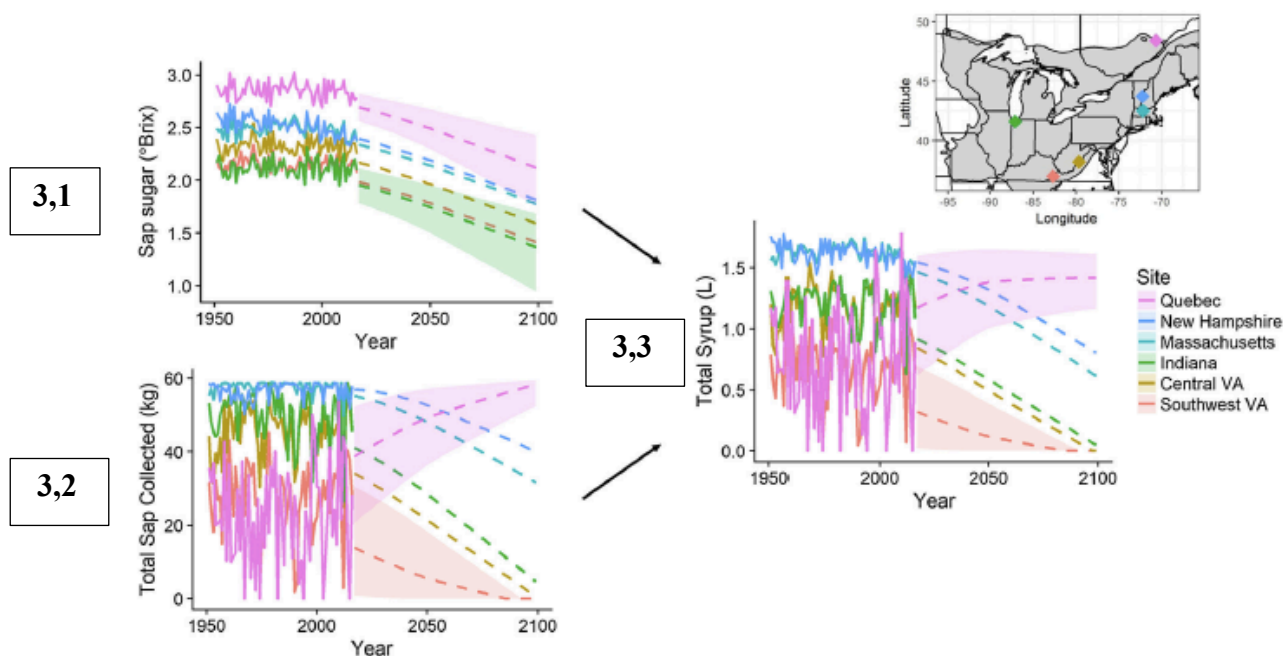
Source : Bureau statistique Québec 1985 à 1996, FPAQ 1997 à 1998, GREPA 1999 à 2001, AGÉCO 2002 à 2016

### 2.3.3 Variation des saisons et de la qualité du sirop

Le Québec est une province au nord du continent américain ce qui lui donne l'avantage de la zone géographique. Le réchauffement climatique aura un impact plus rapide sur les sites aux chaleurs plus douces comme pour les États de l'Indiana ou du Massachusetts. Les saisons de gel/dégel qui favorisent les coulées de sucre perdureront plus longtemps dans les régions du Canada que chez leurs voisines états-uniennes. La stabilité de la saison favorisera le rendement des érablières canadiennes. Ceci est visible dans le graphique 3.3. On constate grâce à ce dernier l'évolution conditionnelle de la totalité du sirop produit en litre au Québec comparativement à d'autres États américains sur la période de 1950 à 2100. Une chute est visible aux États-Unis comparativement à une hausse au Canada. Le graphique 3.1 apporte une nuance, indiquant dans ses prévisions la baisse de la teneur en sucre de la sève pour les mêmes territoires, et une hausse de la quantité de sève collectée pour le graphique 3.2. La sève récoltée sera plus abondante selon ces prévisions, avec chute de sa teneur en sucre. La quantité de production de sirop présentée dans le graphique 3.3 se justifie par la hausse de la sève récoltée présentée dans le graphique 3.2. Pourtant, on peut émettre l'hypothèse d'une variabilité de la demande si la teneur en sucre diminue. Si la teneur en sucre baisse, le goût naturel du produit final peut être directement impacté. Le graphique 4 présente la projection du graphique 3.1 plus précisément.

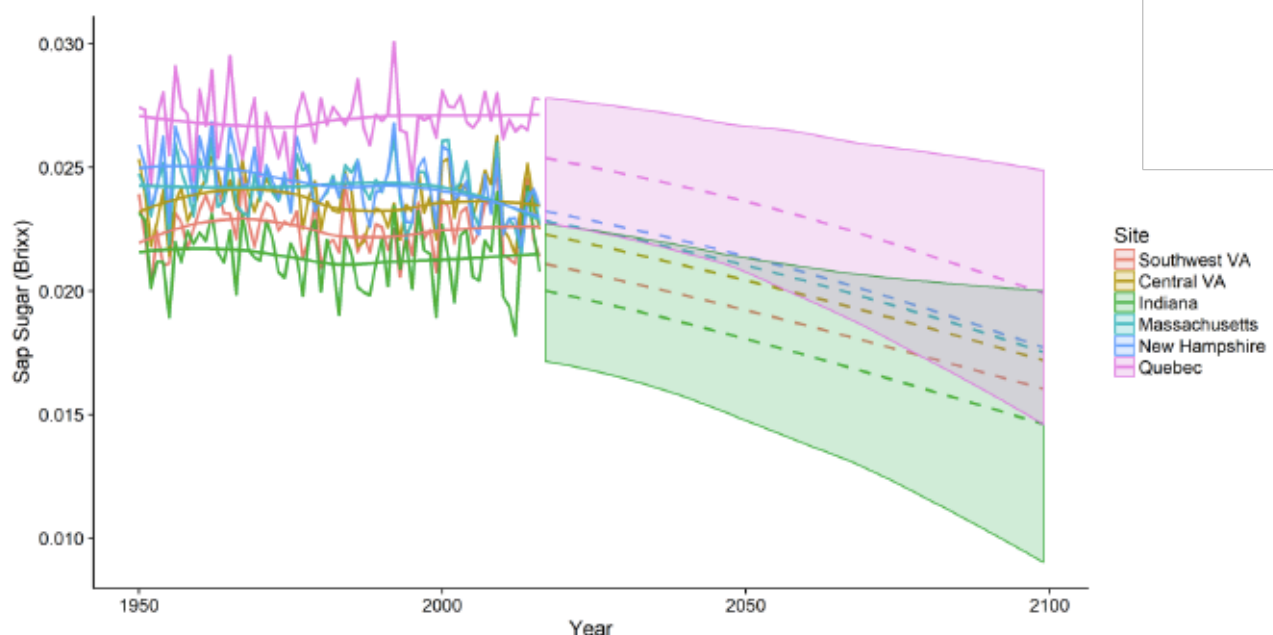
Ces récoltes croissantes pourraient ne pas garantir de la qualité et de la réputation des produits de l'érable commercialisés aujourd'hui. En 2017, lors de la Coopérative-Conférence Forest Ecosystem Monitoring, le biologiste Joshua M.Rapp et ses collaborateurs soulignent que ces récoltes abondantes ne détiendront pas la teneur en sucre habituelle des sèves. L'hypothèse de la hausse de la quantité d'eau dans des sols dans les prochaines décennies appuie cette théorie. Le sucre de la sève sera plus dilué qu'à la normale. Nous pouvons suggérer qu'il faudra plus d'eau pour parvenir au sirop d'érable aussi sucré qu'il est commercialisé aujourd'hui. Ce scénario probable est appuyé par les faits déjà visibles dans les productions, où une hausse du nombre d'entailles est nécessaire pour un rendement équivalent.

**Graphique 3 : Projection de la baisse de la production de sirop sauf dans le Nord**



Source : M.Rapp. *et al.* (2019)

Si le prolongement de la durée de l'évaporation des eaux est une solution qui peut être hypothétiquement envisagée, des frais d'exploitation supplémentaires et croissants seront inévitables. Avec des coulées plus abondantes, la main-d'œuvre nécessaire sera plus importante. L'évaporation plus longue fera croître les frais de combustibles et d'électricité ainsi que la fréquence des maintenances. En ce sens, les frais variables d'exploitation pourront prendre une place considérable dans les états financiers acéricoles. Selon les prévisions présentées par Joshua M.Rapp (2018), la totalité du sirop produit serait proportionnelle à la quantité de sève récoltée. Si le temps d'évaporation est maintenu, cela est vrai, mais peut être la cause d'un défaut de saveur pour le sirop. Si la quantité de sève nécessaire augmente pour une teneur en sucre équivalente à celle répandue aujourd'hui, la croissance de production prévisionnelle peut être affectée. La possibilité que l'évaporation allongée dans le temps puisse transformer la texture du sirop et non pas son goût est aussi à considérer.

**Graphique 4 : Projection de la teneur en sucre du sirop en baisse**

Source : M.Rapp. et al. (2019)

Le sirop est reconnu pour son goût singulier. La variabilité de sa teneur en sucre peut entacher la place de leader du Québec sur le marché. La compensation de cette teneur par des substituts artificiels tels que l'édulcorant ou le sucre est une alternative envisageable. Cependant, c'est l'image du produit qui peut être ici atteinte. Le sirop d'érable canadien est naturel et sans sucre ajouté. Modifier le goût par des artifices est aller à l'encontre des vertus du produit d'origine et ce pourquoi il est tant populaire. La tendance alimentaire du sain et biologique étant à la hausse (Pitre, 2018), il peut être judicieux de trouver d'autres solutions pour compenser cet éventuel changement. De plus, cette alternative entraînerait également des coûts supplémentaires de production.

La reconnaissance du sirop « Made In Québec » est maintenue par la qualité du sirop et de sa teneur en sucre naturelle. Calculée sur l'échelle du degré Brix<sup>3</sup>, la teneur en sucre du sirop est mesurée grâce à un réfractomètre. Le sirop idéal détient une teneur en sucre de 66 à 67 ° Brix. En dessous ou au-dessus de ce degré, un défaut de saveur est identifié. Ce défaut de saveur peut

<sup>3</sup> L'échelle de Brix permet de mesurer le pourcentage de saccharose dans un liquide donné. Le résultat obtenu est en degré Brix (°B).

empêcher la commercialisation du produit dans certains cas ou être le résultat de sanctions financières parfois lourdes (PPAQ, 2020). Si la teneur en sucre naturelle du sirop est en baisse, il sera plus difficile pour l'industrie d'atteindre le ° Brix idéal. L'alimentation du marché peut être affectée par cette variable due au réchauffement climatique. Les acériculteurs devront faire face à la baisse de la qualité de leur sirop, malgré des rendements de coulée en croissance. On peut émettre l'hypothèse qu'un travail plus important soit déterminant pour une production commercialisée plus faible ou équivalente, si le ° Brix devient plus difficile à atteindre.

Cependant en septembre 2019, Daniel Houle et Louis Duchesne s'opposent dans leur étude « The 'sweet spot' for maple syrup production proposed by Rapp et al. (2019) is not that sweet » aux affirmations de l'étude menée par Joshua M. Rapp et ses collaborateurs. Selon les deux chercheurs, les données ne sont pas représentatives et disposent de sérieux défauts de mesures. « Nous montrons ici que le modèle de prédiction construit et utilisé par M.Rapp et ses collaborateurs (2019) pour projeter le rendement futur du sirop d'érable à partir de scénarios climatiques est biaisé et présente plusieurs défauts majeurs » *traduction libre*.

L'étude de Daniel Houle et Louis Duchesne expose que les données utilisées n'expliqueraient qu'une faible partie des variations des flux d'eau d'érable au cours des prochaines décennies. Selon ces spécialistes, il est aujourd'hui encore trop tôt pour prédire avec certitude les lieux d'exploitations idéals pour les érables à sucre. Les données historiques américaines des flux de coulées sucrées des 15 dernières années démontrent que les hivers froids sont dans leurs grandes majorités déclencheurs de coulées abondantes. Les hivers ne tendant pas à se refroidir, mais plutôt le contraire, les auteurs contestent la hausse de l'abondance des flux annoncés.

Dans le cas de leur étude ou celle de Joshua M.Rapp et ses partenaires, l'évolution sera défavorable à l'industrie de l'érable. D'une part, si la teneur en sucre des coulées diminue, cela réduira la qualité du produit ou créera des problèmes d'adaptation majeurs à la production et à la commercialisation ; d'autre part, si la quantité des coulées se maintient ou diminue cela peut causer un déséquilibre du marché, même en étant appuyé par la réserve stratégique, si la demande continue de croître.

La situation de l'industrie acéricole est incertaine. La majorité des coûts variables de production sont impactés par les changements climatiques, et ils représentent une large part des

frais d'exploitation. La maintenance et le travail minutieux de contrôle du site de l'érablière sont cruciaux pour favoriser une rentabilité pérenne de l'exploitation. Une machinerie plus éco responsable, qui élimine ou tout au moins réduit les émissions de GES, est accessible à court terme, mais dispendieuse, et les réglementations environnementales sont de plus en plus lourdes. Le climat influence déjà les rendements et la santé des arbres. Les prévisions proposées dans les études scientifiques étudiées ne sont pas encourageantes pour le secteur et son futur. Beaucoup d'incertitude et de questionnement sont présents. Le changement climatique prend déjà une large place dans les cultures acéricoles du Québec, et ne semble pas ralentir.



### **CHAPITRE III — ATTENTES DES PRODUCTEURS ET SOLUTIONS D'ADAPTATIONS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

### 3.1 LES ACÉRICULTEURS ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les changements climatiques font évoluer l'acériculture et ses pratiques traditionnelles, l'adaptation du secteur et l'innovation sont inévitables pour le maintien d'une situation similaire à celle d'aujourd'hui pour les prochaines décennies. Les changements sont d'ores et déjà observables et les acériculteurs sont conscients que la situation devient préoccupante. À ce titre, Simon Legault et ses collaborateurs conduisent en 2018 une étude soutenue par Ouranos, auprès de 354 acériculteurs canadiens et américains, pour mesurer le degré d'impact du climat déjà présent dans les cultures et de la prise de conscience des agriculteurs face aux changements saisonniers qui s'opèrent. Ce questionnaire détient une trentaine de questions, répondant à plusieurs thématiques liées aux impacts du changement climatique sur l'acériculture :

- a) Perceptions générales des acériculteurs vis-à-vis des changements climatiques ;
- b) Impacts perçus des changements climatiques sur la santé des érablières ;
- c) Impacts perçus des changements climatiques sur la production de sirop d'érable ;
- d) Perception des acériculteurs face aux mesures potentielles d'adaptation.

Dans la première thématique de l'étude, nous apprenons que les acériculteurs affirment avoir une bonne connaissance des changements climatiques en cours (72 % pour les Canadiens, 65 % pour les Américains). Ils ont également conscience que la Terre se réchauffe.

Pour la seconde thématique de l'étude, on révèle que les acériculteurs américains et canadiens affirment dans plus de 80 % des cas que le climat impacte directement les productions acéricoles. Le tableau 14 issu de la seconde thématique de l'étude met en évidence que les acériculteurs sont également conscients que les aléas climatiques s'abattront plus souvent dans les 30 prochaines années. Les tempêtes hivernales, le verglas, ou encore les sécheresses seront plus violents dans les prochaines décennies. Les épidémies d'insectes sont aussi attendues. Ces résultats auprès d'individus sur le terrain sont en cohérence avec les études prévisionnelles menées par les experts environnementaux. Les intempéries et catastrophes naturelles sont et seront de plus en plus fréquentes dans les prochaines décennies et de plus en plus violentes selon le GIEC (IPCC, 2018).

L'adoucissement des hivers va faciliter la survie des insectes et des virus et par conséquent simplifier leur prolifération (Brodeur *et al.* 2013). Leur présence en plus grand nombre et sur une plus grande durée les rend plus dangereux. Si leurs nuisances se multiplient, les recours pour lutter contre les épidémies prendront des proportions plus importantes. On peut supposer qu'une utilisation de substances toxiques de manière régulière en grande quantité peut atteindre l'arbre, sa

santé et donc son rendement quantitatif et qualitatif. Elle ajoute aussi une charge de travail aux producteurs, et des coûts de fournitures supplémentaires. Le tableau 14 relève que pour beaucoup la saison des alternances de gel/dégel et donc des coulées va s'avancer dans le temps. Cela est en cohérence à nouveau avec l'arrivée d'hivers plus doux et des changements écologiques qui s'opèrent.

**Tableau 14 : Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) sur la hausse de fréquence des aléas climatiques présentés dans les 30 prochaines années.**

	(a) Canada						(b) États-Unis					
	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	Je ne sais pas	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	Je ne sais pas
Des températures annuelles moyenne élevées	1	10	34	31	23	0	5	15	26	25	24	6
Des épisodes de forte pluie	1	9	30	42	16	2	5	13	27	27	19	9
Des tempêtes de neige ou de verglas	0	7	36	37	19	1	4	11	40	25	8	13
Des sécheresses	3	20	33	29	13	2	5	11	25	35	15	9
Des feux de forêt	0	18	36	31	14	1	5	19	28	26	12	10
Des épidémies d'insectes	1	9	39	32	16	2	5	6	35	27	14	12
Des hivers particulièrement doux	1	8	34	39	18	0	5	11	32	24	19	9
Devancement dans le temps de la période printanière d'alternance gel-dégel	1	11	28	40	21	0	5	8	28	30	21	8
Davantage d'épisodes de dégel en hiver	2	6	24	44	24	0	3	10	34	27	15	12
Des tempête de vents violents	0	11	36	34	17	1	5	15	34	25	6	15
Des canicules en été	0	8	36	37	18	1	4	7	35	31	11	12
Des tempêtes de grêle	2	16	41	29	11	2	6	19	32	20	5	19
Des événements de chaleur extrême au printemps qui déclencheraient prématurément la fin de la saison de coulée	1	14	33	36	14	1	5	16	25	26	14	14

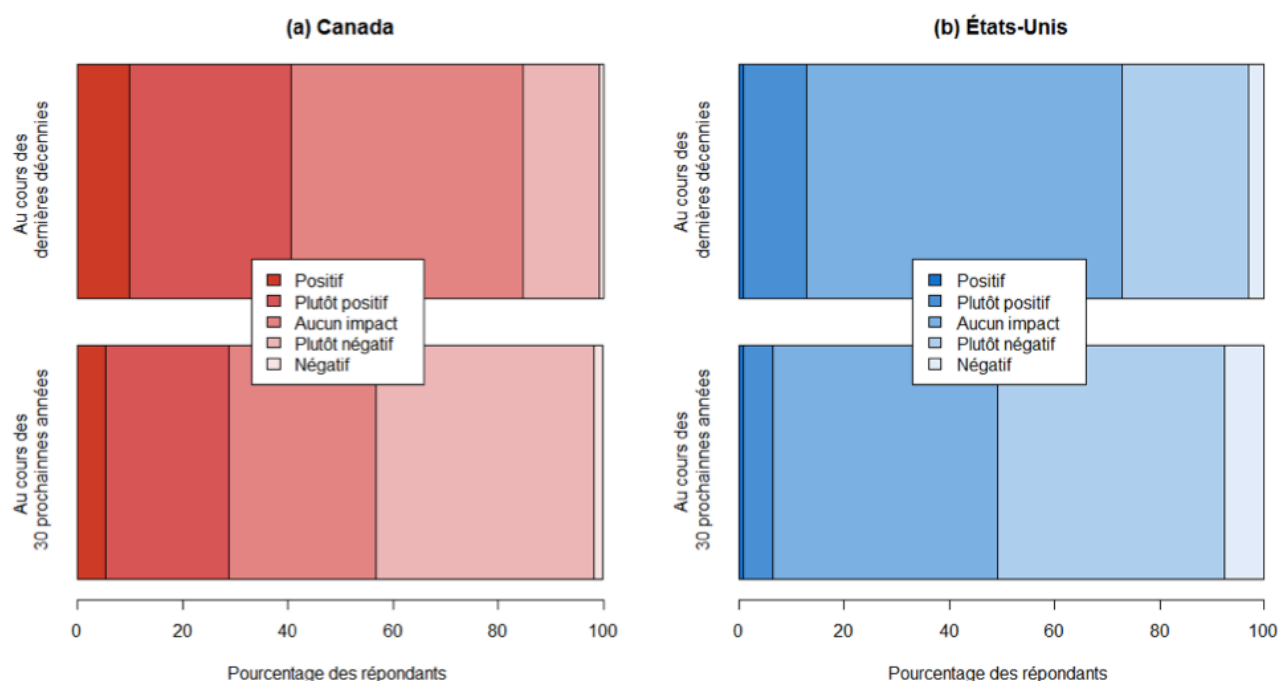
Note : la question posée dans l'étude est énoncée telle que « Selon vous, au cours des 30 prochaines années, quelle est la probabilité que les aléas suivants surviennent plus souvent qu'auparavant ? »

Source : Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

Dans le cadre de la troisième thématique abordée dans l'étude, nous apprenons que jusqu'à présent, les impacts de rendement par entaille dans les érablières ne sont que faiblement visibles. Près de 45 % des Canadiens et 60 % des Américains interrogés « ont affirmé ne pas avoir observé d'impact des changements climatiques sur le rendement par entaille de leur érablière lors des

dernières décennies » Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018). Cependant, comme le précise le graphique 5, cette évaluation tend à changer sur les 30 prochaines années.

**Graphique 5 : Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) sur la variation de rendement à l’entaille sur les dernières décennies (panneaux du haut), et les prochaines 30 années (panneaux du bas).**



Note : la question posée dans l’étude est énoncée telle que « les dernières décennies, quel a été l’impact des changements climatiques sur le rendement à l’entaille ? (panneaux du haut), et : Au cours des 30 prochaines années, quel sera l’impact des changements climatiques sur le rendement à l’entaille ? (panneaux du bas) »

Source : Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

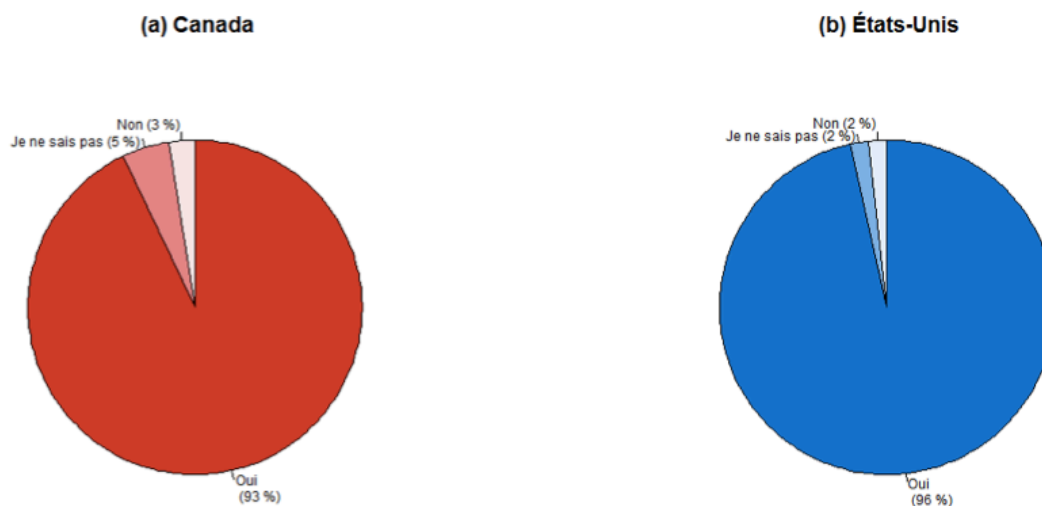
Nous constatons par ailleurs que les Américains (51 %) sembleront plus touchés que les Canadiens (43 %). Ici, à nouveau, une corrélation est visible avec les prévisions climatiques et le rendement des érables, soit la hausse des températures dans un premier temps plus au sud. Le nord du continent va maintenir une fraîcheur plus importante plus longtemps, favorisant le rendement des érables canadiens. Les températures resteront plus adéquates, les aléas climatiques mettront plus de temps à s’intensifier, les épidémies d’insectes et de maladies tarderont. Le réchauffement

climatique va cependant continuer sa lancée et impactera le marché canadien et québécois. Le rendement par entaille sera de plus en plus impacté.

En lien avec les études menées par Daniel Houle, Louis Duchesne et leurs collaborateurs précédemment mentionnés, on note que la saison des sucres est de plus en plus prématurée. Selon l'étude soutenue par Ouranos, environ 60 % des acériculteurs interrogés remarquent déjà une variation du début de la saison, « de plus, 52 % des producteurs canadiens et 48 % des producteurs américains ont indiqué être au moins partiellement en accord avec l'affirmation selon laquelle il sera de moins en moins facile de déterminer le meilleur moment pour entailler les érables » Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018). À travers ces chiffres, il apparaît que les acériculteurs sont conscients de l'évolution du climat ainsi que des impacts en cours et futurs sur leur production. Des investissements dans la recherche de solutions d'adaptation sont mis en place, comme l'augmentation du nombre d'arbres entaillés pour pallier la problématique d'une tendance variable de rendement à la baisse. Cette dernière solution sera cependant jumelée à un travail plus important, donc à des frais plus lourds de matériels et de mains d'œuvre.

La quatrième thématique abordée dans l'étude traite de la perception des acériculteurs face aux mesures d'adaptation du secteur. On relève de ces résultats que les acériculteurs canadiens comme américains semblent en accord sur le fait qu'il est nécessaire de développer des solutions pour lutter contre ces bouleversements, et qu'ils sont ouverts à implanter dans leur propre exploitation des changements bénéfiques et durables pour leur production (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). Les acériculteurs canadiens et américains sont à plus de 90 % en accord avec le fait que les recherches pour le secteur seront favorables à l'adaptation face aux changements climatiques. Les résultats de cette affirmation sont visibles sur le graphique 6 suivant. Un grand nombre d'entre eux utilisent déjà des méthodes innovantes ou envisage sérieusement de les intégrer à leur activité (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). La devance de la période d'entaillage ou l'utilisation d'outils de prévisions de saisons de coulées en sont des exemples.

**Graphique 6 : Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) sur l'avancée des recherches et de leur utilité à l'adaptation des cultures face aux changements climatiques.**



Note : la question posée dans l'étude est énoncée tel que « Niveaux d'appui des acériculteurs Canadiens (a) et Américains (b) à l'affirmation selon laquelle suivre les dernières recherches qui portent sur la production de sirop d'érable pourrait permettre aux producteurs de s'adapter aux changements climatiques »

Source : Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

Pourtant, face à ces affirmations il est nécessaire de déterminer les limites de la capacité d'adaptation des producteurs acéricoles à cette transition. Le tableau 15 ci-après met en relief que la contrainte principale au Canada (58) comme aux États-Unis (63) est financière. Le manque de ressources de certains producteurs est un point essentiel à prendre en compte dans le développement de nouvelles méthodes de production écologiques. Les ressources pour l'obtention de nouveau matériel ou de certification peuvent manquer, par exemple. L'aménagement des sites ou les soins nécessaires aux suites d'épidémies d'insectes ou de maladies ont également des coûts, pouvant mettre à mal certains producteurs et leur récolte. Le manque d'information ou de soutien technique est lui ressenti au Canada. Des accompagnements provenant du gouvernement provincial et des organismes spécialisés comme la FPAQ peuvent devenir essentiels dans cette transition écologique. La formation est un exemple. Le tableau 16 suivant présente les réponses des acériculteurs sur leur capacité d'adaptations face aux changements climatiques. En moyenne, au Canada comme aux États-Unis les producteurs précisent leur incapacité à s'adapter pour l'instant, ou ne disposent pas d'un avis clair sur la situation dans laquelle ils peuvent se trouver.

**Tableau 15 : Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) sur les contraintes qui limitent la mise en place de solution d'adaptation aux changements climatiques**

	(a) Canada			(b) États-Unis		
	Oui	Non	Ne sais pas	Oui	Non	Ne sais pas
Je ne crois pas que les changements climatiques vont avoir un impact sur ma production de sirop.	24	45	31	27	45	28
Manque d'information	55	36	10	31	61	8
Manque de moyens financiers	58	30	12	63	30	6
Manque de soutien technique	54	36	10	30	59	11

Note : la question posée dans l'étude est énoncée tel que « Parmi la liste suivante, quelles sont les contraintes qui vous limitent dans la mise en place de solutions d'adaptation aux changements climatiques ? »

Source : Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

**Tableau 16 : Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) sur leur capacité d'adaptation à des impacts potentiels des changements climatiques futurs**

	(a) Canada				(b) États-Unis				
	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord
Si des changements dans la main d'œuvre (nombre de travailleurs et/ou nombre d'heures travaillées) étaient nécessaires, mon entreprise serait rapidement capable de trouver l'aide nécessaire pour opérer.	7	25	36	30	3	9	31	41	16
Si des changements dans les technologies de production du sirop d'érable étaient nécessaires, mon entreprise aurait les moyens financiers de rapidement adopter de nouvelles technologies.	6	33	30	27	4	13	38	30	18
Si les changements climatiques induisaient des dommages sévères à mon érable, mon entreprise pourrait rapidement changer sa façon de récolter et/ou d'obtenir la sève d'érable.	12	38	28	20	3	17	37	25	19

Note : La question posée dans l'étude est énoncée telle que « Capacité d'adaptation à des impacts potentiels des changements climatiques futurs des acériculteurs canadiens (a) et américains (b). »

Source : Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

## 3.2 SOLUTIONS D'ADAPTATION

À la suite de nos observations dans les sections et chapitres précédents, nous constatons que l'industrie de l'érable québécoise doit s'adapter aux changements causés par le réchauffement climatique. Si l'on ne peut l'arrêter, il existe des solutions afin de réduire son impact et favoriser la prospérité du secteur à différents termes. De nouvelles pratiques de cultures ou l'innovation technologique peuvent être des solutions pertinentes comme développées ci-après.

### 3.2.1 Un érable plus vert

Le sirop d'érable est un produit naturel, et son image de marque y trouve son fondement. Aujourd'hui, l'émission abondante de GES par les productions n'est pas en harmonie avec cette image. La combustion à l'huile et la préservation de la santé de l'environnement s'opposent dans une dimension de développement durable. La FPAQ s'engage alors à rendre l'érable plus vert d'ici 2030. Les producteurs et productrices acéricoles du Québec ont comme objectif une baisse de l'émission des GES de 15 % d'ici 2023 et 25 % d'ici 2030 (Baril, 2019). L'objectif est selon Simon Trépanier, directeur général des PPAQ, « ambitieux, mais réalisable ». La contribution du gouvernement par l'intermédiaire de subventions pourrait selon lui inciter les producteurs acéricoles à se lancer dans cette transition écologique. Pour M. Trépanier (2019), chaque filière doit être soucieuse de son empreinte écologique, l'image de marque en dépend. Le premier incitatif fort pour orienter les producteurs vers le changement est l'opportunité du marché et la vision qualitative de leur produit. La préservation de l'environnement sera incluse dans ces changements si elle apporte une valeur ajoutée au produit, qu'elle devient investissement rentable sur le marché. On peut supposer ici que motivation première des producteurs n'est pas la transition écologique pour préserver l'environnement, mais pour le maintien de la vision qualitative qu'il dégage sur le marché et sur ses consommateurs. Le sirop d'érable est naturel, sain, et doit le rester pour son image de marque et pour la vision qu'il donne de ses producteurs.

En Estrie, l'érablière de la Maison familiale rurale relève le défi de cette transition. Un investissement de 163 000 \$ dans un nouvel évaporateur électrique a fait chuter les rejets de GES annuels de l'érablière de 50 tonnes à 0,03 tonnes. Notons qu'au Canada, la taxe carbone en 2019 est évaluée à 20 \$ par tonne de GES (Schué, 2019). En plus du gain d'une image plus écologique



pour son érablière et ses produits, le gestionnaire réduit ses taxes annuelles. Cette transformation est selon ce dernier importante et inévitable. Cette érablière est une érablière-école, la sensibilisation aux pratiques écologiques et préservatrices de l'environnement est préoccupation pour celle-ci. Ici, la préservation de l'environnement est un investissement sur le long terme (Ménard, 2019).

### **3.2.2 De nouvelles pratiques**

Le changement climatique est coûteux pour les acériculteurs. La demande des acheteurs sur le marché tend à évoluer vers des consommations durables et respectueuses de la nature. Pour faire perdurer la compétitivité de l'industrie, tout en s'intégrant dans l'air du temps, des solutions afin de contrer ou tout au moins affaiblir les effets du réchauffement climatique existent. Certaines d'entre elles peuvent d'ores et déjà être mises en place sur les sites de productions en fonction des ressources des producteurs. D'autres sont à l'étude et pourront se révéler effectives dans les années à venir, à moyen ou long terme selon les cas.

#### *3.2.2.1 Aménager son érablière*

Porter une attention particulière à la santé des érablières est le premier défi à relever pour les acériculteurs. Chaque érablière détient un écosystème propre ainsi que son équilibre. L'entretien de cet équilibre favorise la santé des arbres et donc la productivité. L'aménagement de l'érablière est donc une pratique qui est essentielle en acériculture. L'entretien du terrain, la diversité de l'âge des arbres ou encore les espèces compagnes seront des facteurs tranquillissants pour les arbres producteurs (Ressources naturelles, Faune et Parcs Québec, 2004). Il est nécessaire de créer une diversité de ressources pour l'épanouissement des arbres. La fertilisation des sols, plus précisément le chaulage, est une alternative à court terme pour redonner vivacité et énergie au sol des érablières. Attention, cette pratique démontre ses limites et peut atteindre un point de non-retour d'épuisement des sols. Elle doit s'inscrire dans une « démarche sylvicole cohérente » Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018).

### *3.2.2.2 Entretenir ses équipements*

En 1998, le Centre ACER présente un guide de technique de lavage et d'assainissement du matériel acéricoles. Rappelons que les entailles sont des blessures et les matériaux non entretenus ou infectés exposent les arbres à des situations critiques. L'entretien méticuleux et régulier des outils à l'aide de nettoyeurs respectueux de l'environnement traitera en partie le risque de maladies et infections qui touchent les arbres. C'est d'ailleurs une des restrictions nécessaires pour l'obtention d'une certification biologique, et cela permet de veiller d'une différente manière à la santé des arbres.

### *3.2.2.3 Gestion des matières résiduelles*

Le traitement des équipements de production acéricoles n'est soumis à aucune restriction. L'impact des lavages et rinçages des facteurs de production des érablières sur l'environnement est aujourd'hui impossible à mesurer (MAPAQ, 2015). Une étude menée par le centre ACER essaye de dresser un portrait des produits utilisés afin de nettoyer les circuits, puisqu'il est aujourd'hui difficile d'imaginer l'impact de ceux-ci sur l'environnement sans savoir qui ils sont. Une gestion des différents produits nettoyeurs permet de réguler l'impact de ceux-ci sur l'environnement et de mesurer le degré de leur toxicité sur l'écosystème où ils sont rejetés. Cette mesure est nécessaire, puisqu'ils peuvent nuire de manière irréversible à la santé des sols de culture. Les tubulures sont par exemple majoritairement nettoyées à l'aide d'eau de javel (Roy, 2015). Le centre ACER propose la méthode d'assainissement par l'alcool isopropylique en 2014. L'utilisation de ce produit de lavage est plus respectueuse de l'environnement, ou tout du moins, moins nocive pour les écosystèmes. Il préservera la santé des territoires occupés par les érablières et donc, la santé des arbres et de l'activité commerciale en place. La contrainte à ce changement est le coût, l'alcool isopropylique étant plus coûteux que l'eau de javel.

La gestion des matières résiduelles est une question traitée en profondeur. Chaque année, environ 2 600 tonnes de tubulures sont jetées. Le recyclage et l'amélioration de l'efficacité énergétique sont englobés dans ces mesures de protection environnementale. En nettoyant son équipement fréquemment, il est possible de remarquer plus rapidement si certains sont vraiment usés et nécessitent d'être remplacés. Les tubulures ont en moyenne une durée de vie de 10 à 15 ans (Breton-Cadorette, 2017). Cet âge varie d'une érablière à l'autre ainsi que des aléas

météorologiques de la période. Les 13 500 producteurs acéricoles produisent chaque année des tonnes de déchets en tubulures qu'il faut recycler.

Pour répondre à la demande de solutions écologiques, l'entreprise Environek s'implante dans la région Chaudières Appalaches en 2015. Cette région est la plus occupée par les érablières au Québec. Fondée à but non lucratif, cette filiale de l'entreprise Cartonek propose des solutions de recyclage variées en fonction des matériaux composant les tubulures. Cette solution écoresponsable illustre les possibilités que met en avant le marché dans la gestion des déchets agricoles, et des évolutions possibles pour le secteur.

#### *3.2.2.4 Gérer sa culture autrement*

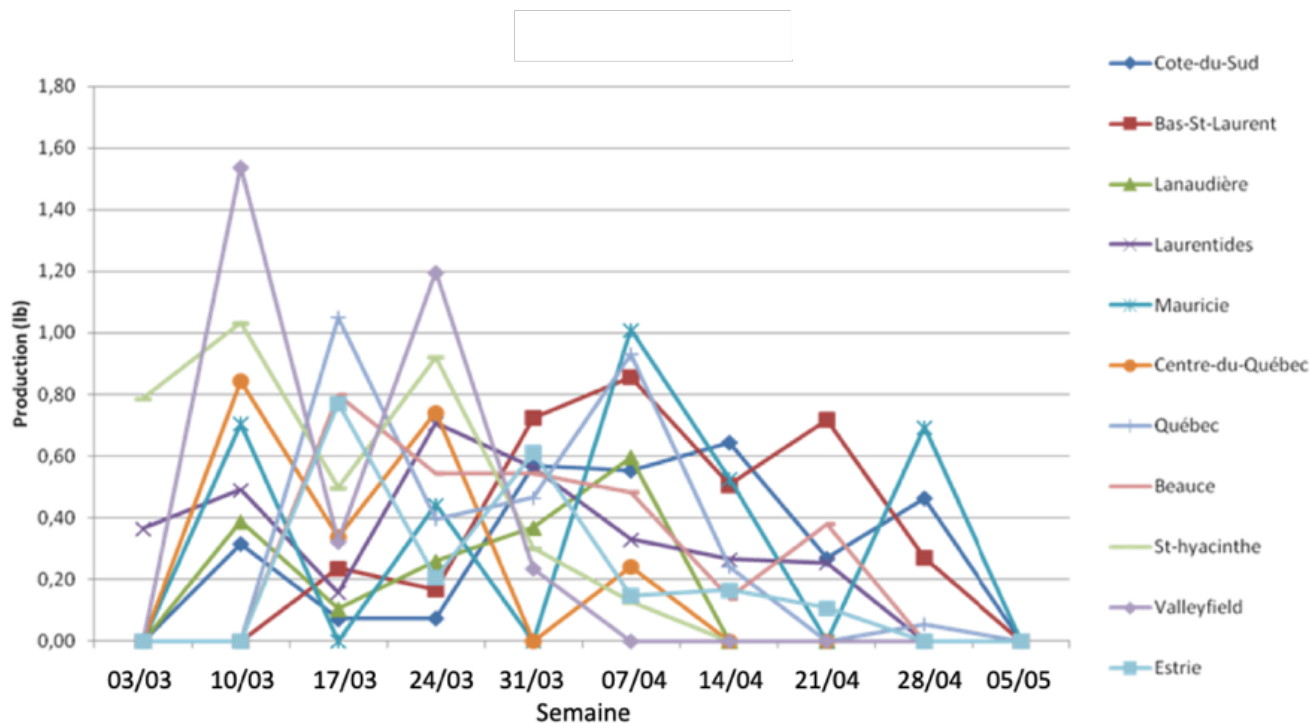
→ Augmentation du nombre d'entailles

Si les rendements par entaille sont plus bas ces dernières années comme présenté dans le tableau 13 de ce mémoire, l'action la plus simple et rapide afin de contrer cet effet est la hausse du nombre d'entailles sur le site. Cependant, il est important de respecter le nombre maximum d'entailles selon la circonférence d'un érable. Ne pouvant pas augmenter le nombre d'entailles sur un même nombre d'arbres, les producteurs sont confrontés à un réaménagement de l'érablière. La multiplication du nombre d'arbres sera par exemple initiatrice de multiplication du nombre d'entailles faisables. Le rendement se stabilise ou augmente en fonction des ressources disponibles, et la santé des arbres est préservée puisqu'ils ne sont pas surexploités (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). Cette alternative ne sera pas rentable sur le très court terme, puisque la plantation et la pousse des arbres prennent du temps. Comme nous l'avons étudié dans la section 2.3.1, l'âge de l'arbre influence également la taille de son tronc. Sa jeunesse justifie un rendement plus faible et un nombre d'entailles minimum. Il sera nécessaire de déterminer si la rentabilité envisagée à moyen ou long terme de cette solution est pertinente pour l'activité commerciale qui choisit cette alternative.

→ Avancer la période d'entaillage

Avec un nombre d'entaillages supérieur ces dernières années, les productions ont tendance à stagner. Les variations climatiques visibles sur les deux dernières décennies touchent les productions acéricoles. La saison se raccourcit. Une saison plus courte est par conséquent moins rentable. Les saisons changent, l'hiver est plus doux, les sèves montent plus tôt. En fonction de la zone géographique de l'érablière, l'avancement de la date d'entaillage pourra permettre aux acériculteurs de débiter la saison plus tôt, et de ne pas manquer un début des coulées précoces (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018).

**Graphique 7 : Production de sirop d'érable de l'année 2000 en livres par semaine**



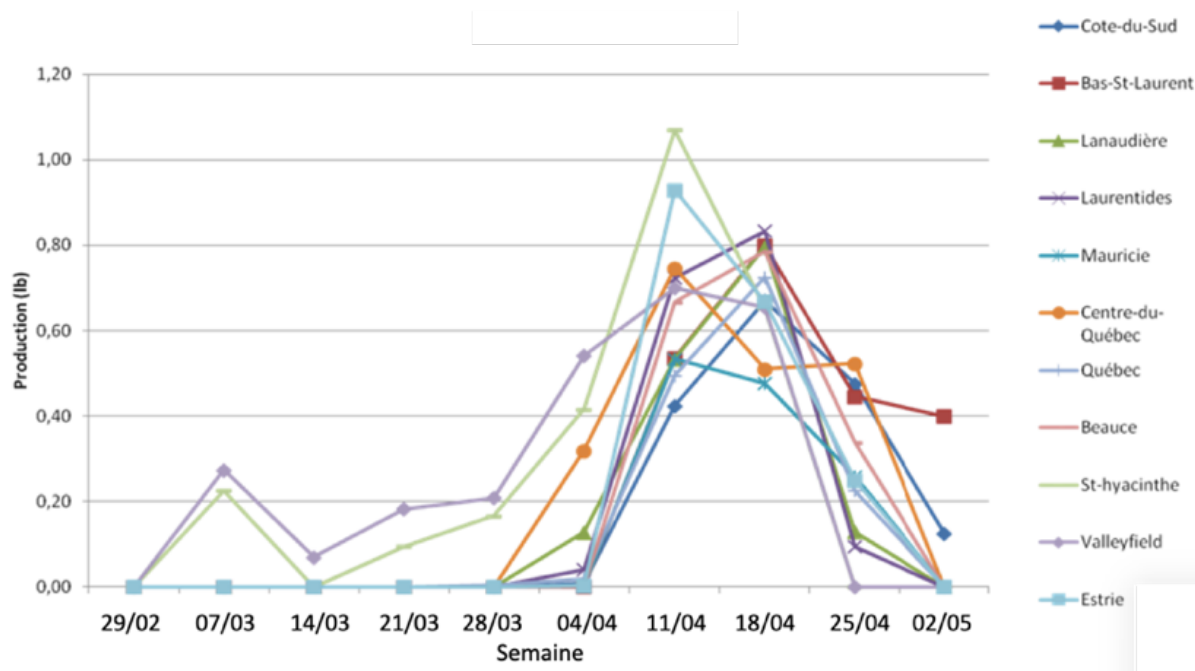
Source : Houle, D. et al. (2014).

La production de l'année 2000 présentée dans le graphique 7 est généralement équilibrée de fin février à début mai, à l'exception de la région Valleyfield qui présente elle, un pic de récolte important à 1,6 livre en début de saison jusqu'à fin mars. Étant plus au sud, ce rendement peut appuyer la théorie d'un réchauffement plus important en premier lieu au sud. La saison serait alors

plus précoce dans les régions du sud. Nous observons que d'une région à l'autre, les variations de production en livre changent, et se maintiennent généralement autour de 0,4/0,5 livre par semaine.

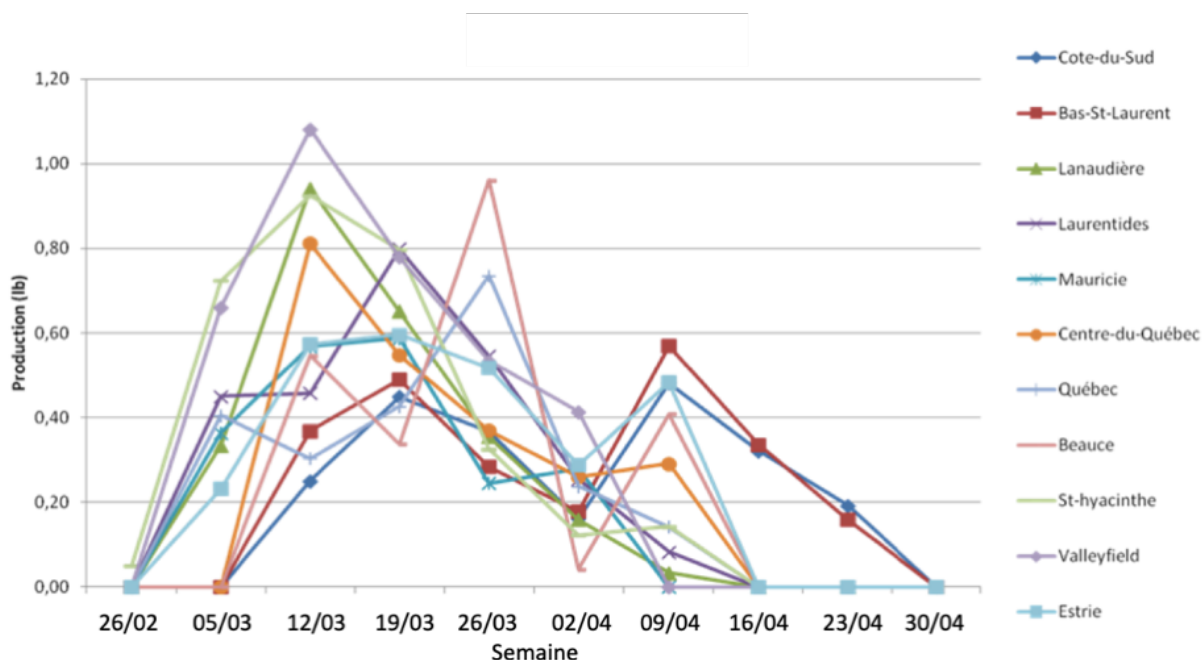
En 2008, la saison représentée par le graphique 8 n'est pas bonne. Un hiver très long et l'arrivée brutale du printemps ont considérablement bouleversé les coulées. On constate que la saison a beaucoup de mal à débuter, et ne durera qu'un mois tout juste, d'avril à mai.

**Graphique 8 : Production de sirop d'érable de l'année 2008 en livres par semaine**



Source : Houle, D. et al. (2014).

**Graphique 9 : Production de sirop d'érable de l'année 2010 en livres par semaine**



Source : Houle, D. et al. (2014).

Cependant, le graphique 9 pour l'année 2010 propose un scénario est bien différent. La saison n'a pas été florissante, et pourtant, son départ fin février est brutal et rapide. Nous pouvons supposer que la saison n'a pas été anticipée par les producteurs. La météo aurait avancé la période des coulées, et l'arrivée tardive de l'entaillage peut justifier un rendement plus faible. Nous supposons qu'un entaillage plus tôt dans l'année aurait pu contrer l'effet néfaste de la variation saisonnière sur la récolte.

→ Sélection d'arbres plus résistants

Les producteurs soulignent des changements concernant les saisons de récolte. La baisse du temps d'enneigement, ainsi que la hausse des périodes de gel intense influencent la croissance des arbres et donc leur rendement en sirop. Les bourgeons se brisent, on constate que les nouveaux arbres d'âge mature sont plus petits qu'auparavant (Houle, MFFP-Ouranos *et al.* 2018). Là également, un arbre plus petit produira des rendements moindres. Les arbres plus petits sont naturellement plus fragiles. La météo changeante affaiblit les arbres et les aléas climatiques perturbent leur cycle productif. Comme nous l'avons observé à la section 3.2.2.1, l'aménagement

des sites de production est une solution afin de maintenir l'équilibre productif. La sélection d'arbres plus résistants aux changements climatiques facilitera l'entretien de la production et pourrait stabiliser les rendements. L'érable rouge par exemple est un *Acer* moins stressé que ses congénères. Sa sève est cependant moins sucrée, son exploitation pourrait alors hypothétiquement entraîner une baisse du prix du sirop sur le marché, et donc une baisse des recettes (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* (2018). Se posent ici les mêmes problématiques exposées dans l'étude proposée par Joshua M. Rapp et ses collaborateurs à la section 2.3.3 : l'importance de la teneur en sucre du sirop.

#### *3.2.2.5 Un marketing adapté*

Le remaniement des pratiques de production ainsi que l'intégration de nouveaux procédés plus respectueux de l'environnement doivent permettre à l'industrie de redorer son blason face aux acheteurs. En mettant en cohérence les valeurs nutritives des produits et leur mode de production, le monde de l'érable touchera les consommateurs actuels, mais aussi ces consommateurs réticents face à leur engagement moral du respect environnemental. Une campagne marketing de mise en marché valorisant le produit dans son essence même regagnera les faveurs des plus sceptiques.

#### *3.2.2.6 La certification biologique*

La consommation biologique est une des tendances alimentaires les plus populaires de cette décennie (Pitre, 2018). La certification biologique est alors un enjeu pour les producteurs de l'érable. En 2015, plus de 35 % des transformateurs industriels détiennent la mention biologique, dans les restrictions prévues par la « Loi sur les appellations réservées et les termes valorisants ». Notons que la concurrence américaine, ainsi que l'Accord Économique et Commercial Global conclu en 2015 reliant l'Europe au Canada peuvent faciliter la croissance de l'exigence de la demande.

Un produit biologique est cultivé sans pesticides, ou stimulateurs de croissance. Cela peut transformer à la fois le produit cultivé et l'écosystème qui l'entoure. Dans le contexte climatique d'aujourd'hui, c'est une variable quoi doit être prise en compte. Cette culture revendique le naturel et le non modifié. A la fois meilleure pour la santé, c'est aussi meilleur pour la planète (Conseil des Appellations Réservées et des Termes Valorisants, 2019).

Lors des Journées acéricoles de 2017, les objectifs de cette pratique ont été soulignés :

1. La protection de l'environnement : minimiser la dégradation des sols, l'érosion, la pollution
2. Le maintien de la biodiversité et de l'écosystème
3. La promotion des produits sains, naturels pour la santé

Au Québec en 2016, déjà plus de 480 producteurs de l'érable sont certifiés biologiques (PPAQ, 2017). La certification détient son lot de contraintes, puisque ses restrictions sont très rigoureuses. Elle peut imposer de lourds changements parfois coûteux sur les exploitations. L'aménagement de l'érablière, les produits nettoyants, l'entreposage et les équipements sont réglementés. Le tableau 17 présente un récapitulatif des contraintes liées à cette certification présentée aux journées acéricoles de 2017.

**Tableau 17 : récapitulatifs des contraintes liées à la certification biologique**

<b>CONTRAINTES</b>	<b>EXPLICATIVES</b>
<b>LE DÉLAI</b>	Le délai de traitement d'une certification dépasse une année
<b>LE COÛT</b>	Le certificat peut dépasser les 1000 \$ dans certains cas
<b>LE CONTRÔLE</b>	Une fois certifiée, la production sera inspectée une fois par année afin de vérifier qu'elle maintient les exigences reconnues par la certification
<b>LES PRODUITS NETTOYANTS</b>	Les produits nettoyants et d'entretien de l'entreprise doivent être réglementaires et répondre également aux exigences de la certification. Par exemple, seul l'alcool éthylique est autorisé pour désinfecter chalumeau et mèche d'entaillage (JA, 2017).
<b>L'AMÉNAGEMENT DU SITE</b>	L'érablière doit respecter un aménagement spécifique : posséder à minima 15 % d'espèces compagnes, faire la chasse aux rongeurs et insectes, ne doit pas mêler élevages animal et végétal, etc.
<b>QUOTAS D'ENTAILLES</b>	La certification biologique réglemente également le nombre d'entailles par arbres, et ne doit dans aucun cas dépasser les 3 entailles par arbres. Cela peut être un manque à gagner pour les producteurs.
<b>MACHINES RÉGLEMENTAIRES</b>	Les machines ne peuvent pas toutes être utilisées lors de la production biologique afin de réduire l'empreinte carbone. Les réservoirs de stockage, les bidons de conservation ou encore l'évaporateur sont soumis à des réglementations eux aussi.

Sources : Journées acéricoles 2017



### 3.2.3 De nouvelles technologies

En 2012, la Mateel Environmental Justice Foundation en Californie engage des poursuites contre les géants de l'alimentaire Costco et Walmart. Le sujet de discorde est la teneur en plomb trop élevée des produits de l'érable en provenance du Québec et distribués sur le marché californien. Une entente est émise et les acériculteurs québécois sont dorénavant contraints de ne pas dépasser la teneur de deux microgrammes de plomb pour un kilo de sirop (Bérubé, 2018). Les eaux sucrées sont naturellement contaminées par le plomb qui est présent dans le processus de coulées. Cependant, ce taux de plomb n'est pas considéré comme une « contamination ». La problématique provient principalement des matériaux utilisés pour la production des sirops comme étudiés à la section 2.2.3. La présence de plomb dans l'alimentaire peut-être la cause de nombreuses maladies graves, comme le cancer. Les acériculteurs québécois sont face à de nouvelles normes et de nouvelles restrictions. Si les pratiques changent, la technologie doit s'inviter dans la démarche de changement. La dernière décennie offre aux acériculteurs la possibilité de se doter de nouveaux équipements performants réduisant leur coût énergétique, les risques de pertes, ou une baisse de qualité du sirop. Elles s'inscrivent elles aussi dans une démarche de développement durable, et offrirons la possibilité aux acériculteurs de s'intégrer à nouveau dans leur marché en respectant les nouvelles restrictions du secteur.

#### 3.2.3.1 *Un nouvel évaporateur*

L'évaporateur est la pièce maîtresse de la cabane à sucre. Son rôle est de procéder à l'évaporation des eaux sucrées, afin de parvenir à la texture de sirop. Cette pièce indispensable est à l'origine de nombreux soucis auxquels sont confrontés les acériculteurs, tant par sa composition que son entretien. La plupart de ceux utilisés aujourd'hui sont très polluants et laissent sur l'écosystème une empreinte carbone considérable aux yeux des consommateurs. La recherche avance, et propose aujourd'hui à ces producteurs des évaporateurs nouveaux, plus résistants, plus efficaces et moins polluants.

### → L'évaporateur électrique

Cette dernière génération d'évaporateur est la pointe de la technologie aujourd'hui disponible sur le marché des industriels de l'érable. Plus dispendieux que ses confrères, il possède pourtant des caractéristiques non négligeables à commencer par le rejet nul de GES. Pour répondre à cette nouvelle demande, la société ToleInox propose « L'Ecovap ». Cet évaporateur de nouvelle génération électrique détient la particularité de récupérer l'énergie contenue par la vapeur. Ce système est breveté et justifie un faible coût de 0,25 \$ (comparativement à 2-2,25 \$ pour le mazout) en coût d'énergie pour la production d'un gallon de sirop. Il est facile à nettoyer et offre constance et conformité dans la production du sirop, nécessaire pour une production qualitative. L'entreprise propose l'évaporateur sous quatre tailles différentes pour mieux s'adapter à la taille et la production des érablières. Une solution coûteuse, mais qui peut s'avérer rentable sur le long terme (ToleInox et Begin, 2015).

### → L'évaporateur à granule à bois

Comme l'évaporateur au bois, un des intérêts de l'évaporateur à granule est de ne pas dépendre des variations des prix du mazout ou de l'huile. Le bois connaît un prix bien plus stable, certaines érablières peuvent même s'autoalimenter en partie grâce à la biomasse déjà présente sur leur site. Il est également moins polluant qu'un évaporateur à l'huile. Il faut compter de 130 à 210 kg de granule pour produire un baril de sirop (Lapointe, MAPAQ, Centre du Québec, 2016). Son coût énergétique pour la production d'un baril est d'environ 0,90 \$. Plus dispendieux qu'un évaporateur électrique, la machine reste cependant plus accessible pour les producteurs (environ 50 000 \$ selon l'Union des Producteurs Agricole).

### → L'évaporateur à bois nouvelle génération

Les principales caractéristiques différenciant les anciens évaporateurs à bois des nouveaux sont les portes étanches ainsi qu'un système de contrôle d'air. Ces éléments permettent de concentrer l'énergie, d'en consommer moins et donc, de moins dépenser en combustibles. Un meilleur rendement énergétique réduit l'émission de GES pour une production équivalente. Pour

la production d'un baril, il faut compter de 0,25 à 0,5 corde de bois contrairement à l'évaporateur à bois traditionnel consommant de 0,75 à 1 corde de bois complète pour un baril (Lapointe, 2016). Ce nouvel évaporateur dispose d'un coût énergétique de 26 \$ pour la production d'un baril, donc d'environ 0,80 \$ pour la production d'un gallon. Il reste assez proche des performances d'un évaporateur à granule.

En 2016, le MAPAQ présente une étude réalisée en 2013 sur 160 entreprises. Il met en relief les résultats du remplacement d'évaporateurs à huile sur les sites de production en évaporateurs à granule ou à bois nouvelle génération. Cela a permis une baisse des émissions de carbone. On parle ici de plus de 2 400 tonnes de CO<sup>2</sup> non rejetés. L'évaporateur à bois ou à granule pollue deux fois moins qu'un évaporateur au mazout, ou quatre fois moins qu'un évaporateur traditionnel à l'huile. Le tableau 18 compare ces rejets annuels de CO<sup>2</sup>. Ces évaporateurs sont une bonne alternative à envisager pour les producteurs ne pouvant parvenir à une réjection zéro à l'aide d'un évaporateur électrique, mais souhaitant tout de même s'orienter vers une production plus propre et durable pour l'environnement.

**Tableau 18 : Comparatif des rejets annuels en CO<sup>2</sup> des évaporateurs à l'huile, au mazout et à bois ou granule en fonction des données recueillies de l'étude du MAPAQ**

<i>Combustibles</i>	<i>Équivalence de la consommation annuelle en émission de CO<sub>2</sub></i>
<i>Mazout léger</i>	22 710 tonnes de CO <sup>2</sup>
<i>Huile</i>	42 454 tonnes de CO <sup>2</sup>
<i>Bois ou granule</i>	10 025 tonnes de CO <sup>2</sup>

Source : Lapointe et MAPAQ Centre-du-Québec (2016)

### 3.2.3.2 La cryoconcentration

Des chercheurs de l'Université de Laval mettent au point en 2008 une nouvelle méthode de concentration de la sève d'érable à froid. Cette technologie s'inspire des pratiques amérindiennes, où les coulées étaient conservées dans de la glace. La répétition d'une cryogénisation de l'eau sucrée, puis la décongélation rapide de celle-ci provoquent l'effet gel/dégel naturel du processus de production des arbres, ainsi qu'une concentration de la sève similaire au système d'évaporation

en place dans l'industrie actuelle (Gravel, 2008). Cette nouvelle technologie mettra peut-être fin à la production telle que nous la connaissons aujourd'hui. Elle propose une alternative non-polluante face aux combustions nocives aujourd'hui encore très utilisées. Elle est cependant pour l'instant encore en étude et n'est pas prête à intégrer le secteur à grande échelle.

### *3.2.3.3 La collecte sous vide de la sève*

Contrairement au système de pompage dans les tubulures, la collecte sous vide de la sève d'érable consiste à réduire la pression présente dans le réseau. Lorsque l'érable expulse les eaux sucrées, sa pression est supérieure à la pression atmosphérique. La coulée provoque un balancement, permettant à l'arbre d'atteindre de nouveau la pression atmosphérique générale. C'est de cette façon que la coulée perd en intensité. L'objectif de la collecte sous vide est de tromper l'arbre. En obtenant une pression inférieure à la pression atmosphérique dans les tubulures, l'arbre est stimulé pour expulser la sève plus intensément plus longtemps. Pour mettre en place ce processus de collecte, il est nécessaire de disposer d'un système très étanche ainsi que d'une pompe à vide, qui aura pour rôle de capter l'air superflu des tubulures et de réguler la densité de la coulée.

La collecte sous vide n'est cependant rentable que si l'installation est adéquate et très étanche (Cloutier, 2010). La collecte sous vide maximise donc les rendements possibles, sans porter atteinte à la santé et à l'équilibre de l'arbre. Dans un contexte où les rendements baissent avec un nombre d'entailles identiques, il s'agit d'une possibilité de maximiser les rendements en fonction de ressources déjà disponibles avant de s'aventurer dans un réaménagement du site de production dans sa totalité. Cette solution peut être à long terme à condition de disposer des outils nécessaires pour qu'elle soit performante. Si un défaut existe comme une tubulure percée, la collecte sous vide entraînera des pertes plus importantes.

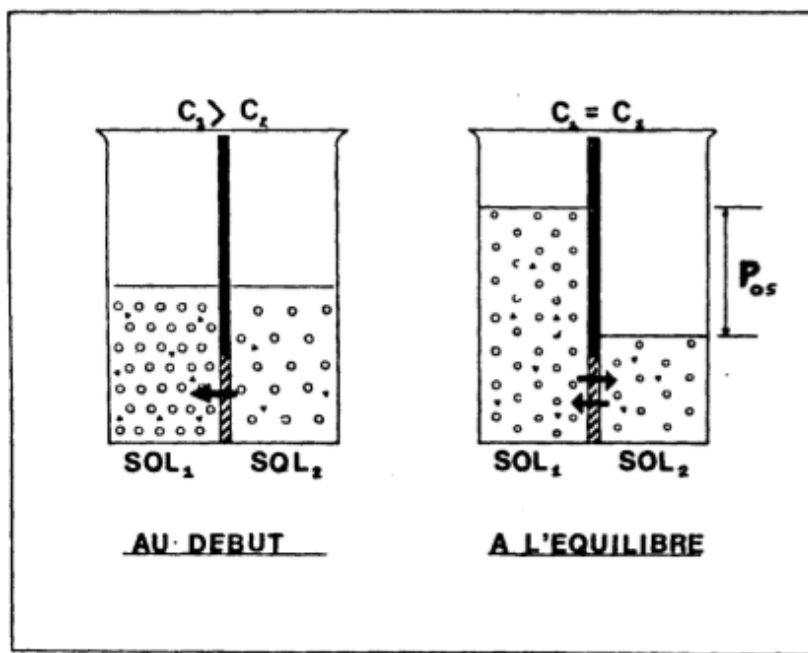
### *3.2.3.4 L'osmose inversée*

Technologie proposée au début du siècle par des chercheurs américains de la NASA ; l'osmose inversée a pour objectif la réduction de la quantité d'eau à évaporer, soit entre 50 et 80 %, dans le processus de production du sirop d'érable (Allard, 1984).

De manière très simplifiée : l'eau est un élément attiré par la densité. Par exemple, lorsque deux solutions de densité différente sont séparées, l'eau sera attirée par la solution la plus dense

afin de rétablir une pression équilibrée. Ce phénomène s'appelle l'osmose. L'eau rétablit l'équilibre. Ce phénomène est représenté sur la figure 2.

**Figure 2 : Illustration simplifiée du phénomène d'osmose**



Source : Allard (1984)

En inversant ce phénomène d'osmose, l'eau est séparée de la matière dense, et dans notre cas, le sucre. En séparant cette eau, ou une partie, le travail de l'évaporateur est considérablement réduit. Cette technologie réduit ainsi les coûts d'énergies et dans les cas d'évaporateur à combustion, l'empreinte carbone. Cette technologie contribue largement à l'évolution de l'acériculture dans un objectif de rendement puis de développement durable. Cependant comme beaucoup de ces technologies, elle reste dispendieuse et nécessite un entretien d'envergure. La simple membrane, soit le séparateur des solutions, coûte à elle seule plus de 1 000 \$ (Boily, 2013).

### *3.2.3.5 La recherche et le développement*

Le domaine de recherche et développement n'est pas très développé, le secteur acéricole admet aujourd'hui la nécessité d'y remédier. Le MAPAQ s'investit dans ces avancées, il est d'ailleurs à l'origine de la création du système de collecte sous vide. En 1990 il crée de plus le CRA (Centre de Recherche Acéricole), qui œuvre afin de déterminer les conditions des

dépérissements des érables et de s'interroger sur des solutions alternatives et de soins (Labrecque, et al, 1999).

En 1998, le centre ACER devient le seul centre de recherche en acériculture officiel. Ses objectifs sont concentrés sur la visibilité et le rayonnement du secteur acéricole québécois dans le monde, contribuer à la recherche technologique et scientifique en acériculture et œuvrer pour développer et maintenir la compétitivité technologique du secteur. Il encourage les producteurs d'aujourd'hui à penser à demain. Les donations du MAPAQ ainsi que des partenaires permettent à l'organisme de détenir un budget annuel de près d'un million de dollars. Face aux nouveaux défis qui se dressent devant l'industrie acéricole, la recherche doit être promue et garantir un avenir à l'industrie (Labrecque *et al.* 1999).

### 3.3 ANALYSE RÉFLEXIVE SUITE AUX CONCLUSIONS OBTENUES

En acériculture, les conséquences du réchauffement climatique sont visibles (IPCC 2018), comme la hausse des extrêmes climatiques chaud et froid, ou la hausse du niveau des précipitations. La montée des températures générales favorise la réduction des hivers et du temps d'enneigement. Elle s'accompagne de la résistance et la prolifération des insectes et rongeurs à travers les saisons (Brodeur *et al.* 2013). Ces insectes et rongeurs représentent une menace pour les érables à sucre, en raison des maladies qu'ils peuvent transmettre et des dégâts qu'ils peuvent causer. La fréquence croissante des extrêmes froids hivernaux entraîne des périodes de gel intense rendant les arbres plus cassants et fragiles (Boily, 2017). La multiplication des aléas météorologiques comme de violentes tempêtes de grêle observée par les acériculteurs dans le tableau 14 atteint la santé des arbres. Les écorces et branches peuvent par exemple se briser, tout comme le réseau de récolte, qu'il soit fait de tubulures ou chaudières (Legault, Plouffe-Leboeuf *et al.* 2018). La fréquence croissante des extrêmes chauds comme les canicules dessèche les sols et affecte l'écosystème environnant des érablières (Brodeur *et al.* 2013). La hausse du niveau des pluies peut, elle, hypothétiquement noyer les sucres des racines et rendre une sève moins sucrée. Comme nous l'avons constaté dans la section 2.3.3 de ce mémoire, une sève disposant d'une teneur en sucre plus basse rencontre des difficultés au contrôle qualité et peut ne pas être commercialisée. L'affirmation selon laquelle la variation du climat affecte directement le secteur acéricole peut être ici confirmée. La santé des arbres et leur système de production naturel de sève sont atteints.

Le réchauffement planétaire menace l'industrie. Les solutions aux problématiques exposées peuvent être coûteuses, et parfois difficilement accessibles à court terme. Les études réalisées par Louis Duchesne, Daniel Houle, Joshua M.Rapp, Samuel Legault et leurs collaborateurs se rejoignent sur un point : la situation actuelle évoluera. Leurs conclusions sont parfois divergentes, et n'exposent donc pas des problématiques similaires. Si les impacts du réchauffement climatique ne sont pas clairs, il est laborieux pour la recherche de s'orienter et de définir des solutions efficaces et durables. Le secteur de la recherche et développement n'est pas largement développé en acériculture, puisqu'aujourd'hui seul le centre ACER s'y consacre pleinement dans la mesure de ses ressources disponibles et de ses partenaires (Labrecque *et al.* 1999 et Ramacieri, P. 2007), cela peut-être une limite aux développements d'innovations.

Le facteur principal à l'origine de notre question de recherche est le réchauffement du climat et ses impacts sur notre planète. La disparition de ce phénomène n'est pas probable ni envisageable, il suggère une adaptation mondiale et non plus d'un secteur précis dans une zone géographique précise. L'activité commerciale du monde est entretenue par les émissions de GES, notamment dans les transports et les productions industrielles (gouvernement du Canada, 2020). Si des alternatives écologiques aux économies existent comme par exemple le transport électrique, elles ne sont pas assez répandues pour que leurs impacts arrêtent les émissions de GES mondiales. Si ces émissions persistent, le réchauffement climatique également et donc impacte l'acériculture.

Puisque la dissolution du facteur problématique est impossible, nous pouvons suggérer à la recherche acéricole de s'orienter vers des solutions contribuant à ralentir son développement et limiter ses impacts sur les cultures. Dans la continuité de cette analyse, les exploitations polluantes deviennent responsables de leurs propres difficultés commerciales. Des solutions comme le changement d'équipement à combustion pour des équipements électriques favorisent la réduction des émissions de GES et contribuent au ralentissement du réchauffement climatique. L'exploitation biologique contribue à préserver les écosystèmes et gérer les rejets toxiques qui impactent les sols (MAPAQ, 2017). La hausse du nombre d'entailles et la gestion de l'aménagement de l'érablière favoriseront les rendements à venir. Ces solutions existantes contribuent à réduire l'impact du réchauffement climatique sur l'acériculture, mais demandent des coûts pour s'adapter. Les entreprises de tailles petites à moyennes seront confrontées à des frais qui, pour la plupart, peuvent dépasser leur capacité financière immédiate. L'hypothèse d'une restructuration du secteur pour soutenir ces productions semble inévitable.

Si le climat évolue selon les prévisions étudiées, les zones les plus chaudes du globe seront les premières touchées. Dans un premier temps, cela impactera donc les États-Unis, premier concurrent du Canada sur le marché acéricole. Le Québec détient ici un avantage pour maintenir la compétitivité de son secteur à échelle mondiale. La situation sera moins préoccupante que son concurrent dans les échéances les plus brèves. Cet atout peut être exploité dans une certaine mesure.

À la suite de nos observations, nous pouvons établir que la qualité et la quantité de sirop peuvent être altérées. Le sirop disponible sur le marché américain peut être le premier atteint ; ces circonstances suggèrent que le marché québécois puisse gagner les parts de marché, et parallèlement de promouvoir la qualité de son sirop. L'image de marque « Made In Québec »



souhaité par la FPAQ peut dans cette situation, devenir un avantage concurrentiel puissant à exploiter dans le cadre d'un développement marketing solide. Jumelé à des méthodes de culture plus vertes, on peut émettre l'hypothèse que les consommateurs favoriseront les cultures québécoises. De plus, si la qualité des produits du concurrent se détériore, cela peut justifier une hausse des prix sur le marché québécois, répondant lui à la demande exigeante des acheteurs. La feuille symbolique de l'érable est associée au pays canadien, notamment de par son drapeau. Mettre en avant une appartenance peut donner un avantage commercial supplémentaire au Québec.

Si les prévisions se maintiennent, le Québec sera à lui aussi, à plus long terme atteint par le réchauffement climatique et ses désagréments. Les problématiques rencontrées par les États Unis confronteront également les acériculteurs québécois. L'observation des faits les plus contraignants causés par les variations du climat sur son concurrent est un atout complémentaire pour le Québec. Les constats sur les méthodes d'adaptation des États-Unis et leurs résultats peuvent faciliter le développement technologique et l'intégration de l'acériculture québécoise dans cette nouvelle aire.

L'importance de l'action de l'État dans cette transition est fondamentale. Aujourd'hui, les subventions proposées ne sont pas suffisantes pour soutenir les acériculteurs dans leurs transitions. Des contributions financières ont été accessibles pour faciliter les démarches de transformations des sites de productions, mais cette action proposée par le MAPAQ et soutenue par la FPAQ est terminée depuis mai 2018. Il n'en existe pas d'autres à ce jour répondant au même besoin. Les subventions sont limitées et les besoins sont importants.

Si la dégradation climatique se confirme, les impacts étudiés atteindront les productions acéricoles plus fortement qu'aujourd'hui. Les subventions et soutiens dans l'adaptation seront essentiels. Aujourd'hui, les plus gros producteurs sont, par leurs ressources, plus à même de faire face aux nouvelles réglementations en vigueur, ainsi que de suivre les nouveaux quotas d'émissions de GES d'ici 2030 (Baril, 2019). Leurs ressources financières et humaines facilitent l'action rapide et efficace. Si un accompagnement n'est pas visible, auprès notamment des producteurs plus modestes, nous verrons des inégalités se creuser. Rappelons que le secteur est composé à plus de 80 % d'érablières petites et moyennes, soit qui produisent pour 15 000 entailles et moins (Leduc et Poisson, 2018). Une perte d'emploi et d'apport du secteur au PIB de cette proportion n'est pas souhaitable. Les difficultés de ces producteurs vont croître proportionnellement aux nouvelles

exigences du marché. Bien que le plan conjoint standardise les règles de mise en marché des produits de l'érable, la capacité d'une économie d'échelle pour les plus gros accentue la gravité des problématiques des petits.

Dans le même sens, les innovations technologiques qui sont et seront proposées dans le futur aux acériculteurs pour répondre à leurs besoins s'adapteront à leurs consommateurs. Si seulement les grandes productions sont en capacité de s'équiper et reconnaissent un besoin, l'offre sur le marché ne répondra qu'à leur demande. Par exemple, les tailles d'évaporateurs électriques standards commercialisés seront trop imposantes pour des exploitations moyennes. La société d'État Hydro Québec en charge de la production et de la distribution du réseau électrique prévoit de plus une tarification par palier avantageuse pour les plus grosses productions. Le tarif de base comprend un forfait de 5,03 \$/kWh pour les 210 000 premiers kilowatts consommés. Le second palier propose un tarif de 3,73 \$/kWh pour la consommation supplémentaire. Plus la production sera importante, plus l'économie d'échelle sera considérable (Hydro Québec, 2019).

Une demande moins importante pour des entreprises de tailles plus modestes sera disproportionnelle aux prix de vente. Les petits et moyens producteurs n'auront pas pour la plupart dans ce cas de figure, des finances assez solides pour s'équiper, ou ne trouverons pas sur le marché les machines adéquates et accessibles pour leur activité. L'offre sera plus faible, et les termes à l'échange lui seront favorables. L'intervention de l'État est importante dans l'alimentation du secteur en subvention, ainsi que dans le contrôle d'une bonne gestion de celles-ci. Nous pouvons supposer que de cette conjoncture dépend l'équilibre futur du marché acéricole du Québec.

Si les acériculteurs risquent de se retrouver dans une posture difficile, leur propre organisation sectorielle peut dans une certaine mesure les épauler. Une forme de mutualisation des coûts de production peut par exemple être envisagée. Des achats à plusieurs réduisent les coûts. Cette mise en commun peut faciliter la diffusion des technologies sur tous les sites de production et transformation, et permettre la préservation des conditions de productivité des arbres. Puisque chaque producteur peut ne pas être en capacité de financer sa production complète, de la récolte à la commercialisation, la mutualisation des coûts pondérés en fonction des revenus obtenus peut être une alternative. La répartition des coûts par producteur peut être ajustée en fonction de

différentes variables comme les revenus, l'investissement dans l'érablière durant la dernière décennie, le rendement des arbres du site, ou encore les sanctions carbone. Les productions bénéficieront des meilleurs matériaux existants, et les contraintes financières seront allégées. Les transformations seront plus durables et saines.

La centralisation des lieux de transformations peut également être une alternative à étudier pour l'industrie. Les dépenses liées à l'aménagement des sites d'érablières et de récolte des coulées seront propres à chaque producteur, mais les transformations des eaux seraient assurées dans un lieu commun, en mutualisation les coûts de transformation. Cette centralisation facilite la vérification de la qualité du sirop. Les matériaux utilisés pourront être plus performants et respectueux de l'environnement et des normes gouvernementales en vigueur. La limite de cette solution peut être l'organisation logistique du transport des récoltes.

Dans les deux cas de mutualisations des coûts, on met en avant la qualité du sirop, et l'on conserve l'image de la cabane à sucre canadienne en n'industrialisant pas tout le processus. Cette image est importante pour le consommateur et l'image du produit. On donne aux producteurs la possibilité de continuer à tirer les eaux sans être contraints des frais de transformations conséquents en particulier pour les productions les plus modestes. Dans ce cadre, la transformation peut être autorisée chez les petits producteurs, dans une certaine limite de quantité, et sans objectifs lucratifs uniquement dans l'optique d'une consommation personnelle. La gestion des coûts de production sera personnelle. Des taxes liées aux émissions de GES peuvent être émises.

Les enjeux liés aux réchauffements climatiques ne sont pas propres aux producteurs agricoles, mais à tous les citoyens du monde. En considérant que les changements climatiques pour l'industrie de l'érable sont dus aux activités humaines, une démarche gouvernementale peut être menée afin de sensibiliser les consommateurs, et les inclure dans des actions quotidiennes ayant pour but de préserver la production et la qualité du sirop d'érable. La symbolique de l'érable est forte au Québec, et importante pour ses habitants. C'est un produit qui évoque l'identité et l'appartenance. Les gestes quotidiens courants à dimension écologiques promus par les organismes de protection de l'environnement peuvent être utilisés à grande échelle. La baisse des déchets ménagers ou l'utilisation des transports en commun en sont des exemples. Si une campagne de diffusion d'informations est correctement construite pour la cible prévue, l'impact peut être considérable (Jaeho, 2011). Si les actions deviennent nécessaires pour la protection du sirop

d'érable dans l'esprit des Québécois, les changements de comportement peuvent être forts. De cette manière, chaque citoyen du Québec devient partenaire et producteur du sirop d'érable. On encourage à la fois les productions acéricoles, les gestes écologiques quotidiens de chacun, et l'on unifie les citoyens derrière une cause.

La situation de l'acériculture québécoise est incertaine. L'impact économique aperçu dans ces conclusions peut être inquiétant pour certains, intéressant pour d'autres. Il en revient à l'homme de déterminer si les changements à venir creuseront les inégalités, ou renforceront à leur échelle la solidarité de l'humanité.

## CONCLUSION

Afin de répondre à notre question de recherche, nous avons répondu aux objectifs exposés dans l'introduction. La situation climatique du monde et du Québec s'oriente selon les prévisions des experts environnementaux vers une dégradation des écosystèmes naturels. Cette altération de notre planète impacte les cultures agricoles qui recouvrent le globe, dont l'acériculture. Le secteur de l'érable est aujourd'hui florissant, malgré la hausse des contraintes imposées par le climat. Les impacts économiques étudiés sur l'industrie de l'érable sont lourds et influencent déjà les cultures. Les producteurs acéricoles sont touchés par la baisse des rendements pour un travail supérieur aux dernières décennies. Pour contrer l'avancée menaçante du réchauffement climatique, de nouvelles technologies et pratiques sont mises en place. Elles ne sont pour l'instant pas accessibles à tous, en raison de l'investissement qu'elles représentent. Si aucun changement n'est envisagé rapidement dans une dimension plus écologique, les producteurs les plus modestes s'exposent à une situation potentiellement critique pour leur activité. Elle peut être causée à la fois par la météo et aussi par les réglementations en vigueur de plus en plus strictes.

Nous pouvons supposer que les productions les plus modestes devront cesser leur activité, ou s'associer à des productions plus importantes aux moyens supérieurs. Le secteur de l'érable peut être transformé à jamais. La recherche et développement tout comme l'État peuvent jouer un rôle dans la rapidité d'action et l'évolution de l'industrie. La réorganisation du secteur peut dans une certaine mesure favoriser l'accès à de nouvelles technologies aux producteurs plus modestes. Les innovations plus accessibles comme la collecte sous vide sont à promouvoir et encourager.

L'objectif de l'industrie est avant tout de faire perdurer la marque « Made In Québec » et par ce fait la qualité des exploitations et des sirops qui en proviennent. La certification biologique ou l'utilisation de nouveaux matériaux écologiques favorisant le rendement se répandent. On suppose que la motivation principale des acériculteurs dans leur transition n'est pas la préservation de l'environnement, mais le gain financier et d'image de marque sur le marché. Il est important que ces gains soient jumelés à des actions écologiques durables, pour inciter le secteur à évoluer. Aujourd'hui, la demande sur le marché est croissante et les producteurs veulent y répondre. Ces derniers sont conscients de l'évolution du climat et se disent prêts à s'investir dans le changement si cela peut leur être bénéfique. Si les prévisions sont effrayantes pour certains,

elles sont intéressantes pour d'autres. L'investissement du secteur pourrait ne pas suffire face aux bouleversements climatiques annoncés. L'avenir est conditionnel. L'innovation est cruciale pour aider les mailles du rendement d'une érablière à se consolider face aux externalités négatives. Le maintien de la compétitivité du secteur est un enjeu national. Le ralentissement du réchauffement climatique est un enjeu mondial.

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahmed, S. et M.Rapp, J. et al (2017). *What are the impacts of climate on maple syrup production and can we manage for them?* Forest Ecosystem Monitoring Cooperative Conference, ACERnet. 35p.

B. Allard, G. (1984). *L'osmose inversée, description et principes de fonctionnement*. Article de vulgarisation. Centre ACER. Publication 102 — HPG-0284.

B. Allard, G. (1999). *Quelques règles permettant de réduire les risques de contamination des produits acéricoles par des résidus de plomb*. Info fiche acéricole n° 211b1094 : Centre ACER.

B.Allard, G. et Lauzier, G. et al. (1998). *Technique de lavage et d'assainissement du matériel acéricole*. Réédition de guide technique CPVQ : Proposition finale. Publication 141 — fin-0998. Centre ACER.

Baril, H. (2019). *Dix ans pour rendre le sirop d'érable plus vert*. Affaires et Économie. La Presse. Repéré à : <https://www.lapresse.ca/affaires/economie/201904/11/01-5221868-dix-ans-pour-rendre-le-sirop-derable-plus-vert.php>

Begin, P-Y. (2015). *Évaporateur révolutionnaire à l'électricité*. La Terre de chez nous. Repéré à : <https://www.laterre.ca/utiliterre/equipement/evaporateur-revolutionnaire-a-lelectricite>

Bérubé, S. (2018). *La Californie force les acériculteurs québécois à renouveler leur équipement*. La Presse. Repéré à : <https://www.lapresse.ca/actualites/201801/11/01-5149739-la-californie-force-les-acericulteurs-quebecois-a-renouveler-leur-equipement.php>

Boily, A. (2013). *Concentrateur d'eau : des astuces pour mieux l'utiliser*. MAPAQ. Gouvernement du Québec. Journal Vision Agricole. Repéré à : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/chaudiereappalaches/journalvisionagricole/autresarticles/acericulture/Pages/concentrateurastuces.aspx>

Boily, A. (2017). *L'entaillage et le rendement*. Agriréseau Érable. MAPAQ. 15 p. Repéré à : <http://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/entaillage-et-rendement-en-erabliere.pdf>

Bois, Y. et Pelletier M. (2018). *Le respect de l'entente californienne mode d'emploi*. CENTRE ACER. La terre de chez nous. Repéré à : <http://gestion.centreacer.qc.ca/fr/UserFiles/publications/terre-de-chez-nous---octobre-2018-complet.pdf>

Boivert, J-F. (2018). *Une saison à oublier pour les producteurs de sirop d'érable*. Acadie Nouvelle. Repéré à : <https://www.acadienouvelle.com/actualites/2018/05/07/une-saison-a-oublier-pour-les-producteurs-de-sirop-derable/>

Boulet, S. et Deschênes, C. (2005). *Étude sur le coût de production du sirop d'érable (vrac) au Québec en 2003*. Direction des politiques sur la gestion des risques. MAPAQ. Agriréseau. Repéré

à : [https://www.agrireseau.net/erable/documents/Rapport-sirop%20final%202003%20CD-SB-3D\\_REV.pdf](https://www.agrireseau.net/erable/documents/Rapport-sirop%20final%202003%20CD-SB-3D_REV.pdf)

Breton-Cadorete, Y. (2017). *La vieille tubulure, cette indésirable !* MAPAQ. Gouvernement du Québec. Journal Vision Agricole. Mars 2017. Repéré à <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/chaudiereappalaches/journalvisionagricole/mars2017/Pages/La-vieille-tubulure-cette-indesirable.aspx>

Brodeur, J. & al. (2013). *Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec*. Ouranos, Fonds vert Québec. Octobre 2013.

Bruynickx, H. (2018). *Éditorial : l'eau propre, c'est la vie, la santé, la nourriture, les loisirs, l'énergie, etc.* Agence Européenne pour l'Environnement. Retrieved 19/11/2018, 2018, (14/02/2019). Repéré à <https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2018/articles/editorial-12019eau-propre-c2019est-la>.

Calderón Hinojosa, F. et al. (2018). *Unlocking the inclusive growth story of the 21st century. Accelerating climate action in urgent times*, The Global Commission on the Economy and Climate. The New Climate Economy 2018: 208.

Canada, Gouvernement (2017). *Aperçu statistique de l'industrie de l'érable au Canada pour 2017*. S. Canada. Repéré à <http://www.agr.gc.ca/fra/horticulture/rapports-sur-l-industrie-horticole/aperçu-statistique-de-lindustrie-de-lerable-au-canada-pour-2017/?id=1524607854094>

Canada, Gouvernement. (2019). *Causes des changements climatiques*. Environnement et Ressources Naturelles. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/causes.html>

Canada, Gouvernement. (2020). *Émission de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale*. Environnement et Ressources Naturelles. Conservation et Protection de l'Environnement. Indicateurs Environnementaux. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/emissions-gaz-effet-serre-echelle-mondiale.html>

Carrier, R. (2004). *Histoire du temps des sucres autrefois*. Érablière du lac Beauport. Repéré à <https://www.erablierelacbeauport.com/histoire>

Cloutier, M (2018). *Les cinq mailles du rendement d'une érablière*. Aménagement Acérico Forestier. Association des Propriétaires de Boisés de la Beauce (APBB). Repéré à : <https://www.apbb.ca/amenagement-acerico-forestier/cinq-mailles-rendement-erabliere/>

Cloutier, M. (2010). *Le Bulletin forestier : Comment améliorer le rendement de son érablière ?* Association des Propriétaires de Boisés de la Beauce (APBB). Repéré à : [https://www.apbb.ca/wp-content/uploads/2017/08/2010\\_AVRIL-2010\\_Supplément.pdf](https://www.apbb.ca/wp-content/uploads/2017/08/2010_AVRIL-2010_Supplément.pdf)



Club d'encadrement technique en acériculture de l'est. (2017). *La réduction des émissions de gaz à effet de serre en acériculture*. Transition énergétique Québec — Plan directeur de la politique énergétique 20-30. Repéré à : <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/memoires/Clubacer-07dec2017.pdf>

Collardeau-Angleys A. *et al.* (2010). *United Nations Conference on Trade and Development*. P. Bhalla. Geneva, UNCTAD/LCD/2010 : 298.

Conseil de gestion du Fond Vert. (2019). *Exercice de suivi des mesures financées par le Fonds Vert*. Environnement Québec. Gouvernement du Québec. Repéré à : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/cgfv/documents/fiches-suivi/index.htm>

Conseil des Appellations Réservées et Termes Valorisants, (2019). *Qu'est qu'un produit bio ? Principales caractéristiques de la production d'aliments biologiques*. Gouvernement du Québec. Agriculture, Pêcherie et Alimentation Québec.

Debailleul, G. *et al.* (2013). *Analyse de la position concurrentielle du Québec en matière de production agricole dans un contexte de changements climatiques* Ouranos : 182. Repéré à <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDebailleul2013.pdf>

Derrien, D. *et al.*, Stocker du C dans les sols : *Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ?* Étude et Gestion des Sols, Volume 23, 2016 — pages 193 à 223

Desplanques, A. C. (2018). *Le Saint-Laurent submergera Québec si le mercure grimpe*. Le Journal de Montréal Actualité Environnement, 1

Duchaine, H. (2019). *Les érables menacés par le réchauffement climatique*. Actualité Environnement. Le journal de Montréal. Repéré à : <https://www.journaldemontreal.com/2019/05/28/les-erables-menaces-par-le-rechauffement-climatique>

Duchesne, L., Houle, D., Côté, M. A. & Logan, T. (2009). *Amélioration des techniques d'assainissement des réseaux*. Modelling the effect of climate on maple syrup production de tubulure servant à la collecte de l'eau d'érable. Centre in Québec, Canada. *Forest Ecol. Manag.* 258, 2683-2689.

FPAQ (2013). *Stratégie nouvelle génération de l'érable 2020*. Gouvernement du Québec, MAPAQ. Repéré à : [https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2014/Conferences\\_INPACQAcericole/strategienouvellegenerationdelerable2020.pdf](https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/INPACQ2014/Conferences_INPACQAcericole/strategienouvellegenerationdelerable2020.pdf)

FPAQ (2018). *Sirop d'érable : une faible saison marquée par les extrêmes pour les acériculteurs québécois*. Longueuil, FPAQ : 2. Repéré à [https://www.ppaq.ca/wp-content/uploads/2018/06/20180531\\_CMP\\_Recolte-2018\\_final.pdf](https://www.ppaq.ca/wp-content/uploads/2018/06/20180531_CMP_Recolte-2018_final.pdf)

FPAQ, (2016). *Statistiques acéricoles 2016*. Dossier Économique. Repéré à <https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2015/02/Dossier-economique-2016.pdf>

FPAQ. (2017). *Fiers de présenter « Érable du Québec » — un nouveau logo distinctif qui met en valeur l'unicité de nos produits d'érable !*. Érable du Québec. Longueuil. Newswire. Repéré à : <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/fiers-de-presentier-erable-du-quebec---un-nouveau-logo-distinctif-qui-met-en-valeur-lunicite-de-nos-produits-derable--662796753.html>

FPAQ. (2017). *La FPAQ, d'hier à demain*. Agriréseau. Repéré à : [https://www.agrireseau.net/documents/Document\\_93907.pdf](https://www.agrireseau.net/documents/Document_93907.pdf)

Gagné, F. (2015). *Pour une industrie acéricole forte et compétitive — 21 mesures pour la croissance, pour l'harmonie, pour le progrès*. 69 p. Érable du Québec. Repéré à : <http://www.siropderablequebec.ca/download/46460.pdf>

Gamache Fortin, S. (2018). *Sirop d'érable : une saison « catastrophique » au Bas-Saint-Laurent*. Actualité Environnement. Journal de Québec. Repéré à : <https://www.journaldequebec.com/2018/05/03/sirop-derable-une-saison-catastrophique-au-bas-saint-laurent>

Gasser, M.-O. (2017). *La santé des sols agricoles : projet panquébécois de 5 ans*. Institut de Recherche et de

GIEC (2013) : Glossaire [Planton, S. (coord.)]. In: Changements climatiques 2013 : *Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique.

Gravel, P. (2008). *Une nouvelle technique pour produire du sirop d'érable*. Société. Journal Le Devoir. Repéré à : <https://www.ledevoir.com/societe/science/189353/une-nouvelle-technique-pour-produire-du-sirop-d-erable>

Houle, D. & Duchesnes, L. (2019). *The “sweet spot” for maple syrup production proposed by Rapp et al. (2019) is not that sweet*, Forest Ecology and Management 458 (2020) 117,662, ELSEVIER, Volume 458, Repéré à l'URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117662>

Houle, D. et al. (2014). *Analyse des impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable et solutions d'adaptation*. Ouranos, MAPAQ. Conférence INPACQ 2014 Partie 1.

Houle, D. et al. (2014). *Analyse des impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable et solutions d'adaptation*. Ouranos, MAPAQ. Conférence INPACQ 2014 Partie 2.

Houle, D. MFFP-Ouranos et al. (2018). *Analyse des impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable au Québec et solution d'adaptation*. Agriclimat. Repéré à : <https://agriclimat.ca/wp-content/uploads/2018/10/2.-Rapport-sirop-erable.pdf>

Houston, D.R., Allen, D.C. et Lachance, D. (1990). *Aménagement de l'érablière : guide de protection de la santé des arbres*, région du Québec – Rapport d'information LAU-X-92F, Forêts Canada, 59 p.

Hydro Québec (2019). *Tarifs d'électricité en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 2019*. Hydro Québec. Régis de l'énergie décision D-2019 — 037.

IPBES (2018). *The assessment report on land degradation and restoration*. R. S. Luca Montanarella, Anastasia Brainich, IPBES: 748.

IPCC (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: *Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

Jaeho Cho. (2011). The Geography of Political Communication: Effects of Regional Variations in Campaign Advertising on Citizen Communication. *Human Communication Research*, 37 (3), 434–462. <https://doi-org.sbiproxy.uqac.ca/10.1111/j.1468-2958.2011.01406.x>

J-Turner, N. (2009). *Érable au Canada*. L'encyclopédie canadienne. 25/09/2019 Repéré à : <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/erable>

La presse canadienne. (2019). *Le réchauffement climatique a un impact sur le sirop d'érable*. Le Journal Métro. Jour de la terre. Repéré à : <https://journalmetro.com/actualites/national/1103019/le-rechauffement-a-un-impact-sur-le-sirop-derable/>

Labrecque, J. et al. (1999). *Portrait de l'industrie acéricole du Québec*, MAPAQ, Direction de la recherche économique et scientifique. Gouvernement du Québec.

Lapointe, D. et MAPAQ Centre-du-Québec. (2019). *Plantation d'érables — l'érable et son environnement : ce que la science nous apprend*. Journées acéricoles 2019.

Lapointe, D. MAPAQ, Centre du Québec (2016). *Passer d'un évaporateur à l'huile à un évaporateur aux granules ou au bois de nouvelle génération*. MAPAQ. INPACQ Infolettre.

Leduc, P. et Poisson, V. (2018). *L'utilisation du bois comme combustible d'avenir ?* Journée acéricole du MAPAQ 2018. ProForêt Consultant et Club Acéricole du sud du Québec. Repéré à : [https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Espaceconferences/Complement\\_bois\\_combustible\\_JA\\_2018.pdf](https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Espaceconferences/Complement_bois_combustible_JA_2018.pdf)

Legault, S., Plouffe-Leboeuf A. & al. (2018). Legault, S., Plouffe-Leboeuf A., Houle D., Blondlot A., Chase, L., Kuehn, D. et Perkins, T. 2018. *Production de sirop d'érable face aux changements climatiques : Perceptions des acériculteurs du Canada et des États-Unis*. Montréal, Québec : Ouranos, 36 p. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportSirop2018.pdf>

Lindsey, R. (2018). *Climate Change: Global Sea Level*. NOAA. Climate.gov, Greg Johnson, Phillip Thompson

Lucier-Boisvert, A. (2005). *Programme des Nations Unies pour l'environnement*. Perspective monde. Université de Sherbrooke. Repéré à : <http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMDictionnaire?iddictionnaire=1432>.

M.Rapp, J., et al. (2019). *Finding the sweet spot: Shifting optimal climate for maple syrup production in North America*, Forest Ecology Management 448 (2019) 187–197, ELSEVIER

Maison de la Recherche en Sciences Humaines. (2018). *Les juges peuvent nous sauver du changement climatique, et cela a déjà commencé*. France Cultures. Colloque international Agir en justice au nom des générations futures. Serge de Gheldere.

MAPAQ (2015). *Monographie de l'industrie acéricole du Québec 2011-2015*. Gouvernement du Québec. 20 p. Repéré à : [https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Monographie\\_acericole.pdf](https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Monographie_acericole.pdf)

MAPAQ (2019). *Production de sirop d'érable (acériculture)*. Gouvernement du Québec. Agriculture Pêcherie et Alimentation. Repéré à : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Production/Pages/Acericulture.aspx>.

MAPAQ. (2017). *Le sirop d'érable biologique pourquoi ?* Journée acéricole 2017. Repéré à : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Espaceconferences/Ecocert-DoccomplemJA17.pdf>

MAPAQ. (2018). *Le respect de l'entente californienne, comment s'y prendre ?* Journée acéricole 2018. Gouvernement du Québec. Centre ACER.

MAPAQ. (2018). *Plan de soutien aux investissements en agriculture contribuant à l'adaptation des entreprises en matière de bien-être animal et d'efficacité énergétique*. Agriculture Pêcherie et Alimentation. Gouvernement du Québec.

Martin, G. et al (1991). *Maîtrise de la transformation des produits de l'érable*. Centre de recherche, de développement et de transfert technologique en acériculture (ACER). Rapport IBI-6X15510-009. Publication 300 — HPG-0391. Saint-Hyacinthe.

Masson, E. (2015). *Revue systématique et méta-analyse en médecine palliative*. Médecine palliative. 14

Ménard, M. (2018). *Norme californienne : « on est dans le trouble ! »*. La Terre de chez nous. Repéré à : <https://www.laterre.ca/actualites/foret/norme-californienne-on-trouble>

Ménard, M. (2018). L'évaporateur au bois l'emporte sur le mazout. La Terre de chez nous. Repéré à : <https://www.laterre.ca/actualites/foret/levaporateur-bois-lemporte-mazout>

Ménard, M. (2019). *C'est le temps de rendre le sirop d'érable plus vert*. La Terre de chez nous. Repéré à : <https://www.laterre.ca/actualites/foret/cest-le-temps-de-rendre-le-sirop-derable-plus-vert>

Nations Unies. (1972). Déclaration de Stockholm. *Conférence des Nations Unies sur l'environnement*. Stockholm.

Ouranos (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. Partie 1 : Évolution climatique au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos, 114 p.

Parant, P. (2019). « Notre maison brûle » : comment la phrase de Jacques Chirac est entrée dans l'histoire. L'Express. 27/09/2019. Environnement. Repéré à [https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/notre-maison-brule-comment-la-phrase-de-jacques-chirac-est-entree-dans-l-histoire\\_2099996.html](https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/notre-maison-brule-comment-la-phrase-de-jacques-chirac-est-entree-dans-l-histoire_2099996.html)

Pearson, K. (1904). *Report on certain enteric fever inoculation statistics*. British Medicinal Journal: 2.

Pitre, C. (2018). *Les tendances alimentaires 2018*. MAPAQ. Agriculture Pêcherie et Alimentation. Journal Vision Agricole. Repéré à : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/regions/chaudiereappalaches/journalvisionagricole/mars2018/pages/les-tendances-alimentaires-2018.aspx>

Polle, B. (2011). *Les pays pauvres, premières victimes du dérèglement climatique*. Alternatives Économiques 298, 1

Pothier, D. (1995). *Effets des coupes d'éclaircie et des variations climatiques interannuelles sur la production et la teneur en sucre de la sève d'une érablière*, Can. J. For. Res., vol. 25, n°. 11, p. 1815-1820.

PPAQ. (2017). *Sirop d'érable certifié biologique*. Producteurs et productrices acéricoles du Québec. Repéré à <http://ppaq.ca/lorganisation/qualite/certifications/sirop-derable-certifie-biologique/>

PPAQ. (2017). *Statistique acéricole 2017*. Dossier économique. Repéré à [https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2018/05/2017\\_Dossier\\_economique.pdf](https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2018/05/2017_Dossier_economique.pdf)

PPAQ. (2018). *Prix payé à l'agence de vente par les acheteurs autorisés pour le sirop d'érable livré en vrac selon les différentes catégories (\$/livre de sirop d'érable)*. Informations pratiques. Repéré à l'URL : <http://ppaq.ca/producteurs/informations-pratiques/prix/>

PPAQ. (2018). *Statistiques acéricoles 2018*. Dossier économique. Repéré à [https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2019/05/PPAQ\\_2018\\_Statistiques\\_acericoles\\_2.pdf](https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2019/05/PPAQ_2018_Statistiques_acericoles_2.pdf)

PPAQ. (2020). *Vérification de la qualité du sirop d'érable en vrac*. Infographie. Repéré à [https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2020/02/PPAQ\\_DepliantACER\\_Infographics\\_2020\\_WEB.pdf](https://ppaq.ca/wp-content/uploads/2020/02/PPAQ_DepliantACER_Infographics_2020_WEB.pdf)

PPAQ. (2020). *Prix du sirop pour la saison 2020*. Actualité. Repéré à <https://ppaq.ca/prix-du-sirop-derable-pour-la-saison-2020/>

Québec, Gouvernement (2012). *Le Québec en Action Vert 2020 : Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*. Fonds Vert. Environnement et Lutte contre les changements climatiques. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, gouvernement du Québec : 66.

Québec, Gouvernement (2012). *Tendances des températures 1961-2010*. Environnement et lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Québec.

Québec, Gouvernement (2017). *Crue printanière de 2017 : le plus fort apport en eau potentiel depuis 1974*. Environnement et lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Québec.

Québec, Gouvernement (2018). *Décembre 2018 : un important redoux empêche un froid automnal record au sud et réchauffe 2018 au-delà de la normale du 20<sup>e</sup> siècle*. Environnement et lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Québec : 1.

Québec, Gouvernement (2019). *Canicule de juin-juillet 2018 : une chaleur rarement ressentie de manière aussi soutenue*. Environnement et lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Canada : 1.

Québec, Gouvernement (2019). *Santé des sols*. Agriculture Pêcherie et Alimentation, MAPAQ. Gouvernement du Québec.

Québec, gouvernement, ministère de l'Éducation et al. (2011). *Gestion de l'érablière, leçon 5 : je m'équipe pour produire*. MAPAQ, Institut de technologie agroalimentaire La Pocatière. Agrireseau.

Québec, Gouvernement. (2012). *Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*. Environnement et lutte contre les changements climatiques Québec.

Ramacieri, P. (2007). *L'importance de la R et D et de l'innovation dans l'avenir acéricole au Québec*. Mémoire présenté à la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agro alimentation québécois. 2007. Centre ACER.



Réseau Action Climat France (2018). *Stockage du Carbone dans les sols et réchauffement climatique*. 14/03/2018, Repéré à <https://reseauactionclimat.org/stockage-carbone-sol-rechauffement-climatique/>.

Ressources naturelles, Faune et Parcs Québec (2004). *Exploitation acéricole des érablières du domaine de l'état — guide de bonnes pratiques environnementales*. Gouvernement du Québec.

Rhéaume, P. (2013). *L'histoire des produits de l'érable, de ses origines à aujourd'hui*. Érable du Québec. YouTube. Repéré à : <https://www.youtube.com/watch?v=BSdzjv4oyCk>

Roy, E. (2015). *Pourquoi utiliser l'alcool isopropylique*. MAPAQ. Gouvernement du Québec. Journal Vision Agricole. Avril 2015. 25.07.2017. Repéré à <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/chaudiereappalaches/journalvisionagricole/avril2015/Pages/iso.aspx>

S. Lemmen, D. et J. Warren, F. et al (2004). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*, Gouvernement du Canada. Catalogue : M174-2/2004F. ISBN : 0-662-88032-3

Samson, C. (2012). *Le réchauffement du climat risque d'affaiblir la production de sirop d'érable*. Le Soleil. Repéré à : <https://www.lesoleil.com/affaires/le-rechauffement-du-climat-risque-daffaiblir-la-production-de-sirop-derable-f6811119d22d9e65e3cfe40749d78247>

Schué, R. (2019). *La Vérif : la taxe carbone est-elle efficace ?* IciRadioCanada. Nathalie Lemieux et Vincent Maisonneuve. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1317163/environnement-taxe-carbone-canada-trudeau-scheer-essence>

Statistique Canada. (2018). *Production et valeur des produits de l'érable (x 1 000)*. Tableau 32-10-0354-01 (anciennement CANSIM 001-0008). Gouvernement du Canada.

Sweet, W. et al. (2017). *Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States*.

ToleInox. (2019). *L'Ecovap*. Fiche technique. Repéré à l'URL : <http://www.toleinox.com/fiche/10>

Warren, F. J. et D.S Lemmen (éd.) *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2014, 286 p.

Whitney, G.G. et Upmeyer, M.M. (2004) *Sweet trees, sour circumstances: the long search for sustainability in the North American maple products industry*, Forest Ecology and Management, vol. 200, p. 313–333.

Young, S. et Eldermine, E. (2017). *The Big Picture: Finding, Evaluating, Applying*. Assembling the Pieces of a Systematic Review: A guide for Librarians: 13.